

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Cirugía



TESIS DOCTORAL

Ligamentoplastia artroscópica para inestabilidad escafolunar: estudio en
cadáver y aplicabilidad clínica

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Fernando Corella Montoya

Directores

Javier Vaquero Martín
María Teresa Vázquez Osorio
Ricardo Larrainzar Garijo

Madrid, 2012

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA



LIGAMENTOPLASTIA ARTROSCÓPICA PARA LA
INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR.

ESTUDIO EN CADÁVER Y APLICABILIDAD CLÍNICA.

TESIS DOCTORAL

FERNANDO CORELLA MONTOYA

MADRID 2012

AGRADECIMIENTOS

El primer agradecimiento es a mis tres directores de tesis. Al Dr. Vaquero que, durante los años de mi residencia en Cirugía Ortopédica y Traumatología, me inculcó el interés por la ciencia y por el desarrollo de la Tesis doctoral, a la doctora Vázquez por su enorme amabilidad y por abrirme las puertas del Departamento de Anatomía y Embriología I de la Universidad Complutense de Madrid y al Doctor Larrainzar, por su apoyo incondicional como Jefe de Servicio, por su colaboración en esta nueva técnica quirúrgica y al que espero estar unido en infinitud de proyectos futuros.

En segundo lugar al Dr. Miguel Del Cerro, al que me une una relación muy especial, no sólo ha sido y es mi "maestro", es desarrollador y partícipe de esta técnica al cincuenta por ciento, es compañero de trabajo prácticamente a diario, pero sobre es un amigo en quien siempre puedo confiar.

También agradecer a todos los compañeros del hospital, que día a día comparten el trabajo y sin los que sería imposible culminar cualquier proyecto científico

A mis padres y hermano, por todo el apoyo que me han dado a lo largo de mi vida.

Y por último, a mi mujer M^a Ángeles, con la que ha sido un verdadero placer compartir la formación en la facultad, a la que debo una ayuda infinita durante la carrera y el MIR, con la que es un privilegio compartir cada uno de los días y la que me ha dado lo más importante de mi vida, que son mis tres hijas a las que agradezco y pido perdón por cualquier minuto que les haya podido robar esta tesis.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	ANATOMÍA E HISTOLOGÍA DEL CARPO	9
1.1.1	ANATOMÍA LIGAMENTOSA.....	9
1.1.2	HISTOLOGÍA LIGAMENTOSA	12
1.1.3	ANATOMÍA NERVIOSA	21
1.2	BIOMECÁNICA DEL CARPO	23
1.2.1	CINEMÁTICA	23
1.2.2	CINÉTICA	28
1.3	INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR.....	31
1.3.1	HISTORIA Y DEFINICIÓN	31
1.3.2	FISIOPATOLOGÍA.....	31
1.3.3	MECANISMO DE LESIÓN DE LA INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR.....	41
1.3.4	DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE LA INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR.....	42
1.3.5	ESTUDIO RADIOLÓGICO.....	45
1.3.6	CLASIFICACIONES GENERALES	52
1.3.7	CLASIFICACIONES ARTROSCÓPICAS	55
1.3.8	TRATAMIENTO MEDIANTE CIRUGÍA ABIERTA	58
1.3.9	DESVENTAJAS DEL TRATAMIENTO ABIERTO	65
1.3.10	TRATAMIENTO MEDIANTE CIRUGÍA ARTROSCÓPICA.....	75
1.3.11	DESVENTAJAS DEL TRATAMIENTO ARTROSCÓPICO	80
2	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	81
2.1	HIPÓTESIS	82
2.2	OBJETIVOS	82
3	MATERIAL Y MÉTODO	83
3.1	MATERIAL	84
3.1.1	ESPECÍMENES	84
3.1.2	MATERIAL NECESARIO PARA LA TÉCNICA QUIRÚRGICA.....	84
3.2	MÉTODO	88
3.2.1	TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA:.....	88
3.2.3	ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA PROPUESTA.....	98

4	RESULTADOS.....	99
4.1	CIRUGÍA EN CADAVER	100
4.2	ESTUDIO ANATÓMICO	104
4.2.1	VÍAS DE ABORDAJE	104
4.2.2	DISTANCIAS A ESTRUCTURAS DE RIESGO	108
4.2.3	TAMAÑO Y COLOCACIÓN DE LA PLASTIA	112
4.2.4	RESULTADOS DE LAS MEDIDAS TRAS LA DISECCIÓN ANATÓMICA.....	115
4.3	REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA “IN VIVO.....	117
4.3.1	DIFICULTADES TÉCNICAS ENCONTRADAS EN LOS PACIENTES INTERVENIDOS....	117
4.3.2	DETALLES TÉCNICOS QUE FACILITAN LA REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA.	118
4.4	PROTOCOLO REHABILITADOR	123
4.5	APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO REHABILITADOR	136
5	DISCUSIÓN	137
5.1	JUSTIFICACIÓN ANATÓMICA	138
5.2	JUSTIFICACIÓN BIOMECÁNICA	140
5.3	JUSTIFICACIÓN TRATAMIENTO POSTOPERATORIO	143
5.3.1	POSTOPERATORIO INMEDIATO	143
5.3.2	DIEZ- QUINCE DÍAS POSTOPERATORIO.....	143
5.3.3	CUARTA SEMANA POSTOPERATORIA	144
5.3.4	SEXTA SEMANA POSTOPERATORIA	144
5.3.5	DECIMA SEMANA POSTOPERATORIA	145
5.4	VENTAJAS TEÓRICAS DE LA LIGAMENTOPLASTIA ARTROSCÓPICA	146
5.4.1	RECONSTRUCCIÓN DE LA PORCIÓN DORSAL DEL LIGAMENTO ESCAFOLUNAR Y DE LOS ESTABILIZADORES SECUNDARIOS	146
5.4.2	DISMINUCIÓN DE LA LESIÓN DE PARTES BLANDAS.....	147
5.4.3	EVITAR LA LESIÓN DE LA PROPIOCEPCIÓN	149
5.4.4	EVITAR INMOVILIZACIÓN PROLONGADA	150
5.5	NECESIDAD DE UNA NUEVA TÉCNICA MÍNIMAMENTE INVASIVA.....	152
5.6	RIESGOS.....	153
5.6.1	FRACTURA PERIOPERATORIA	153
5.6.2	NECROSIS ÓSEA	153
6	CONCLUSIONES.....	159

6.1	DERIVADAS DEL MÉTODO	160
6.2	DERIVADAS DE LOS RESULTADOS.....	160
7	BIBLIOGRAFÍA	162

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANATOMÍA E HISTOLOGÍA DEL CARPO

1.1.1 ANATOMÍA LIGAMENTOSA

La anatomía de los ligamentos del carpo es compleja y algo confusa con variaciones en las descripciones de distintos libros y artículos. Esto se debe al hecho de las numerosas variaciones anatómicas de los ligamentos en cuanto a tamaño y forma (Berger 1997¹, Feipel y Rooze 1999², Taleisnik 1976³).

Existe un acuerdo en la diferenciación de dos categorías de ligamentos, los intrínsecos y los extrínsecos. Los ligamentos extrínsecos, son los que conectan los huesos del antebrazo con el carpo y los ligamentos intrínsecos son los que tienen su origen e inserción dentro del carpo.

Existen diferencias anatómicas, morfológicas y bioquímicas entre estos dos tipos de ligamentos.

Los ligamentos extrínsecos son más rígidos y con menor resistencia a la ruptura, mientras que los intrínsecos tienen un área mayor de inserción en el cartílago y su contenido de fibras elásticas es mucho menor. Esto implica un modo diferente de ruptura: los ligamentos extrínsecos tienden a sufrir rupturas en la mitad de la sustancia, mientras que los intrínsecos tienen más avulsiones que rupturas.

LIGAMENTOS EXTRÍNSECOS DEL CARPO

Los ligamentos extrínsecos pueden subdividirse en tres grandes grupos: radiocarpianos palmares, ulnocarpianos palmares y radiocarpianos dorsales.

Ligamentos Radiocarpianos dorsales

El único ligamento radiocarpiano dorsal es el ligamento Radiopiramidal dorsal (RTQ), se trata de un ligamento ancho, en forma de abanico que conecta el borde dorsal de la superficie articular distal del radio, con el borde dorsal del piramidal, con algunas

fibras profundas que se insertan también en el semilunar y excepcionalmente en el escafoides(Viegas y cols 1999⁴).

En un estudio anatómico del año 2006 (Shaaban y Lees 2006⁵) se estudia el ligamento radiocarpiano dorsal en 14 cadáveres y describe que posee dos porciones. Una más ulnar y superficial, que no había sido descrita previamente, y que discurre desde el margen del radio de forma oblicua, sobre la cabeza ulnar, para insertarse en el semilunar y piramidal. Y otra más profunda que nace en el radio y es prácticamente horizontal, también se inserta en el semilunar y piramidal (fig. 1).

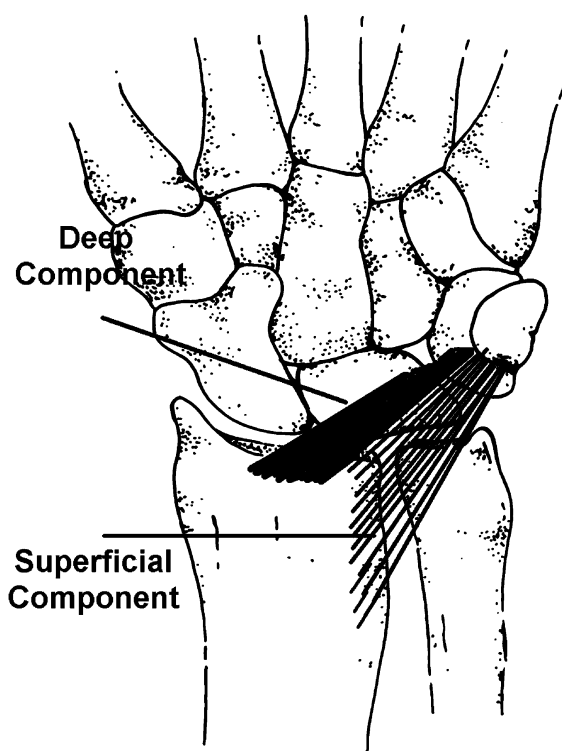


FIGURA 1. Porción superficial y ulnar y porción radial y profunda del ligamento radiocarpiano dorsal. Imagen tomada de (Shaaban y Lees 2006⁵).

LOS LIGAMENTOS INTRÍNSECOS DEL CARPO

Los ligamentos intrínsecos del carpo son un grupo de fibras relativamente cortas que realizan la conexión entre los huesos de la misma hilera del carpo (con su porción interósea, palmar y dorsal) o entre las dos hileras.

Ligamento Escafolunar:

El ligamento escafolunar tiene forma de "C" y consta de tres porciones diferentes: porción dorsal, palmar y membrana fibrocartilaginosa proximal.

Estas tres porciones tienen características anatómicas, histológicas y funcionales distintas, como veremos posteriormente.

Una de las mejores descripciones de la anatomía macroscópica del ligamento escafolunar es la realizada por Berger (Berger 1996⁶) (fig. 2):

- *La porción dorsal* se caracteriza por ser un ligamento grueso, compuesto por fibras cortas y orientadas transversalmente. Se encuentra profundo a la cápsula dorsal y tiene uniones a ella. Conecta el margen dorsal del escafoides con el semilunar. Su grosor tiene un promedio de 3 a 5 mm y su forma es trapezoidal. Distalmente se une con el ligamento escafopiramidal (Sennwald y cols 1994⁷) y proximalmente, con la porción membranosa a través de una transición suave que se aprecia más por un cambio en la textura del tejido que por un límite anatómico real.
- *La porción palmar* del ligamento escafolunar es más fina y tiene una orientación oblicua, se encuentra dorsal al ligamento radiolunar largo y en algunos especímenes se encuentra un receso de 1 mm entre estos dos ligamentos. Conecta las zonas volares del escafoides y del semilunar. Presenta un grosor medio de 1 mm. Distalmente se conecta con el ligamento radioescafo-hueso grande. Proximalmente, se encuentra separada de la porción membranosa por el ligamento radioescafolunar (Berger y cols 1991⁸), éste se extiende distalmente sobre la porción volar, por lo que, si no se encuentra dañado, es imposible visualizar esta porción desde la articulación radiocarpiana.
- *La porción proximal o membranosa* es una estructura fibrocartilaginosa, con fibras orientadas longitudinalmente. Se extiende unos pocos milímetros dentro de la articulación escafolunar, por lo que puede recordar a un menisco.

Es difícil marcar el límite entre esta porción y el verdadero cartílago articular del escafoides y semilunar. Esta es la porción en la que se observan más roturas, sobre todo en personas mayores y sobre todo en su inserción sobre el escafoides.

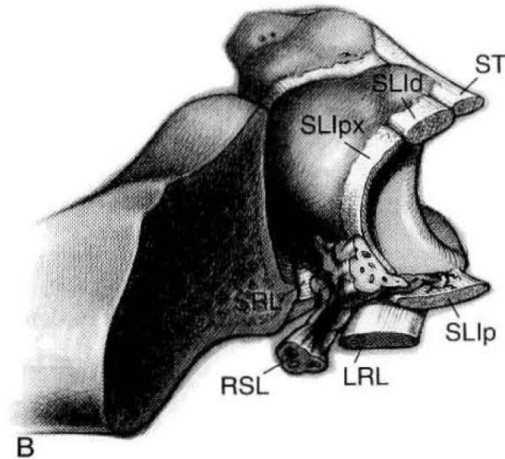


FIGURA 2. Dibujo de la relación entre el radio y el ligamento escafolunar desde una visión medial y ligeramente proximal. El radio se representa sin la estiloides radial. El ligamento escafolunar forma una conexión suave entre la porción proximal, dorsal y palmar del escafoides y del semilunar. El ligamento escafolunar se puede dividir en tres regiones; dorsal (SLId), proximal (SLlpx) y palmar (SLIp). El ligamento radioescafolunar (RSL) es un pedículo neurovascular que separa la región proximal y palmar del ligamento escafolunar. Imagen tomada de (Berger 1996⁶).

1.1.2 HISTOLOGÍA LIGAMENTOSA

Aparte de conocer la anatomía macroscópica de los ligamentos del carpo, para poder comprender su función y las características biomecánicas de cada uno de ellos, hay que conocer sus características histológicas.

LIGAMENTOS CARPIANOS

Hagert ha estudiado su composición, las características de su tejido conectivo y la densidad de mecanorreceptores e inervación de los ligamentos carpicianos. Demuestra, que existe una histología típica, que consiste en fibras de colágeno densas (fascículos) en el centro del ligamento, rodeadas por un área de tejido conjuntivo laxo en sus porciones externas. A la zona del centro se la denomina "capa fascicular" y al área con tejido conectivo laxo "capa epifascicular" (Hagert y cols 2005⁹, Hagert y cols 2007¹⁰).

Prácticamente todos los ligamentos carpianos tienen esta estructura histológica, sin embargo, la proporción entre la capa fascicular y la epifascicular varía mucho entre ellos. Así, en ciertos ligamentos, la capa fascicular predomina y las fibras de colágeno densas cubren la mayor parte de su sección, mientras que la capa epifascicular aparece sólo en sus márgenes. Mientras que otros, tienen una proporción más equitativa entre la capa epifascicular y fascicular.

La única excepción a este tipo de histología es la que posee el ligamento radioescafolunar, que está formado por un tejido conectivo laxo desorganizado. De hecho, muchos autores ya no lo consideran como un "verdadero" ligamento (Berger y cols 1991⁸)

En cuanto a los mecanorreceptores, se observan corpúsculos de Paccini y Ruffini en los ligamentos carpianos. En estudios inmunohistoquímicos (Hagert y cols 2005⁹, Hagert y cols 2007¹⁰) se demuestra que se encuentran fundamentalmente en la capa epifascicular, al lado de fibras nerviosas y de vasos sanguíneos. También se demuestra que los ligamentos que tienen una capa epifascicular mayor, tienen mayor densidad de mecanorreceptores, mientras que los ligamentos en los que predomina la capa fascicular, tienen una innervación mucho más escasa.

Dentro de los propios ligamentos, también existe variación en la composición según la zona del ligamento que se estudie, encontrando la mayor densidad de tejido vascular y de mecanorreceptores cerca de las inserciones óseas.

Hagert ha cuantificado experimentalmente la distinta innervación de los ligamentos carpianos, descubriendo cinco patrones de innervación: pronunciada, intermedia, limitada, ocasional y sin innervación (Hagert y cols 2007¹⁰) (tabla 1).

El patrón de innervación pronunciada se encuentra en los ligamentos dorsales de la muñeca (radiocarpiano dorsal, intercarpiano dorsal, escafofipiramidal y porción dorsal del ligamento escafolunar). El patrón de innervación intermedia, en los ligamentos volares que se unen al piramidal (lunopiramidal palmar, piramido-hueso grande y piramido-ganchoso). Por último, los patrones de innervación limitada, ocasional y sin innervación en los restantes ligamentos volares de la muñeca.

						Mean	Type
DRC	+++	+++	+++	+++	+++	3	P
DIC	+++	+++	+++	+++	+++	3	P
STq	+++	+++	+++	+++	+++	2.8	P
dSLI	+++	++	+++	+++	++	2.6	P
TqC	++	+	++	+	++	1.6	I
pLTql	++	++	+	++	+	1.6	I
TqH	-	++	+	++	++	1.4	I
RS	-	++	+	+	+	1	L
RSC	++	+	-	+	+	1	L
STT	-	-	+	+	++	0.8	L
UL	+	++	-	-	+	0.8	L
LRL	+	-	-	+	+	0.6	O
SC	-	-	-	+	+	0.4	O
SRL	-	+	-	-	-	0.2	R

+++ , richly innervated with several nerve fascicles (N) and mechanoreceptors (R); ++, single N/R; +, N but no R; -, no signs of innervation.
Type of innervation: P, pronounced; I, intermediate; L, limited; O, occasional; R, rare.

TABLA 1: Patrones de innervación de los ligamentos carpianos de 5 especímenes. Imagen tomada de (Hagert y cols 2007¹⁰).

Basándose en las diferencias encontradas tanto en la composición estructural como en la innervación, los ligamentos de muñeca se pueden clasificar en ligamentos de importancia “mecánica” y ligamentos de importancia “sensitiva”.

Los ligamentos “mecánicos” son los ligamentos con haces de colágeno densos y con una innervación limitada, están ubicados principalmente en el borde radial del carpo (columna de soporte de la fuerza de la muñeca).

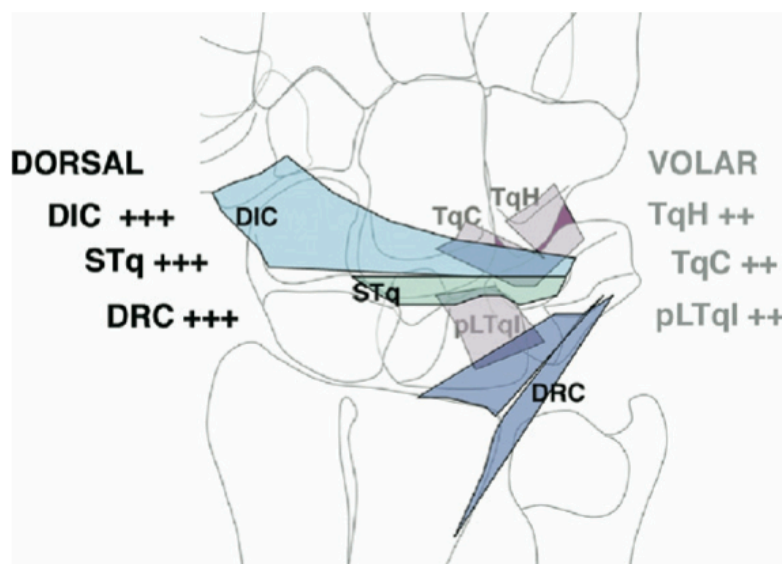


FIGURA 3. Ligamentos asociados con el piramidal. Los ligamentos dorsales tienen una innervación pronunciada (+++), con nervios y mecanorreceptores en todas las muestras estudiadas. Los ligamentos palmares tienen una innervación intermedia (++), con nervios y mecanorreceptores en 3 de 5 muestras. Imagen tomada de (Hagert y cols 2007¹⁰).

Los ligamentos “sensitivos”, por el contrario, están ricamente inervados aunque con un tejido conjuntivo menos denso, son ligamentos tanto dorsales como volares que se relacionan con el piramidal. Así, este hueso y sus uniones ligamentosas se consideran elementos clave en la generación de la información propioceptiva necesaria para la estabilización neuromuscular de la muñeca (fig. 4).

LIGAMENTO ESCAFOLUNAR

Al igual que Hagert realiza un estudio sobre el tipo de tejido e inervación de la mayoría de los ligamentos carpianos, Mataliotakis en 2009, realiza este mismo estudio exclusivamente en el ligamento escafolunar, atendiendo a las diferencias en composición e inervación de sus tres porciones (Mataliotakis y cols 2009¹¹).

- La porción palmar del ligamento escafolunar consiste en estructura de tejido colágeno denso en su parte central rodeado de un tejido conectivo más laxo. Existe en esta porción estructuras nerviosas en abundancia que acompañan a los vasos sanguíneos. Dentro de la porción palmar, la densidad de vasos y estructuras nerviosas es mayor en su zona más volar.
- La porción dorsal tiene una estructura similar a la palmar, pero con una mayor densidad de tejido fibroso, menor inervación y menor presencia de estructuras vasculares.
- Por último la porción proximal o membranosa está formada por una matriz condral en su parte periférica y por tejido conjuntivo laxo en su parte central. Hay presencia de vasos y de estructuras nerviosas sobre todo en su zona más palmar, en la que se inserta el ligamento radioescafolunar.

Al igual que Hagert ha propuesto la diferencia entre ligamentos “mecánicos” y “sensitivos”, Mataliotakis hace esta distinción dentro del propio ligamento escafolunar (fig. 5). Así la porción dorsal, constituida por fibras de colágeno densas y bien orientadas y con una inervación limitada tiene una función mayor en la limitación de movimiento, con un menor potencial sensorial (porción “mecánica”). Mientras que

la porción palmar, con una mayor cantidad de tejido conjuntivo laxo y una rica inervación, parece tener un papel sensorial más importante (porción "sensitiva").

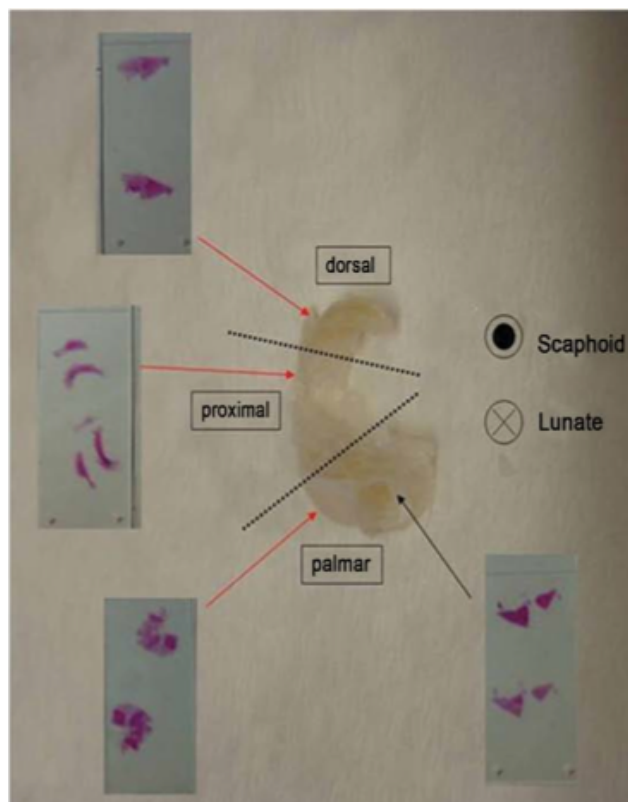


FIGURA 4. Imagen macroscópica del ligamento escafolunar, con las distintas porciones indicadas. Las muestras de hematoxilina-eosina se corresponden con cada porción. Imagen tomada de (Mataliotakis y cols 2009¹¹).

Esta propuesta de "función del ligamento" en relación con sus características anatómicas e inmunohistoquímicas, se corresponde con el estudio más clásico que realizó Berger sobre la resistencia de las distintas porciones del ligamento escafolunar (Berger y cols 1999¹²). Así la porción dorsal, es la más resistente ($260,3 \pm 118,1$ N), la porción volar es la siguiente en resistencia ($117,9 \pm 21,3$ N) y por último la porción membranosa, es la más débil ($62,7 \pm 32,2$ N). Anatomía vascular

ANATOMÍA VASCULAR DEL ESCAFOIDES

Diversos estudios anatómicos han valorado la vascularización del escafoides (Taleisnik 1976³, Botte y cols 2004¹³, Gelberman y Gross 1986¹⁴, Gelberman y Menon 1980¹⁵, Gelberman y cols 1983¹⁶, Panagis y cols 1983¹⁷)

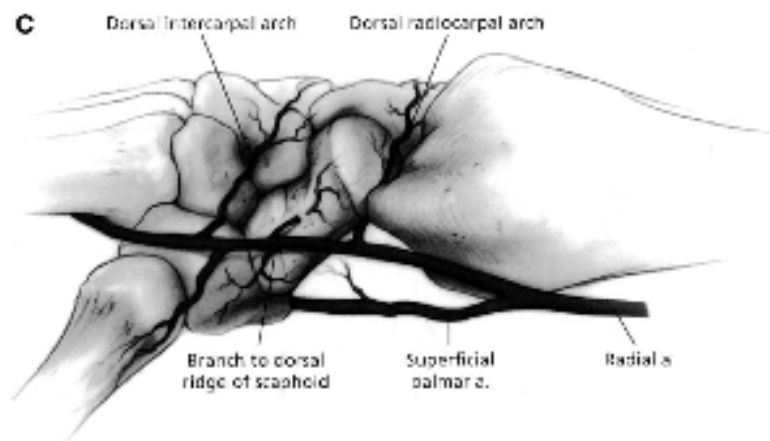


FIGURA 5. Vascularización del escafoides. Imagen tomada de (Gelberman y cols 1983¹⁶).

Taleisnik en su estudio anatómico de 1976 (Taleisnik 1976³), encontró tres sistemas extraóseos de pequeñas arterias que provienen de la arteria radial que irrigan el escafoides. Estos incluyen, vasos dorsales que entran por la cresta dorsal, vasos distales que entran en la tuberosidad distal y un grupo lateral-palmar que consideraron la fuente más importante de la perfusión intraósea. Estos autores afirman que los vasos dorsales y los latero-palmares, son responsables de la perfusión de los dos tercios proximales del hueso, mientras que los vasos distales sólo irrigan la tuberosidad del escafoides.

En estudios posteriores, Gelberman (Gelberman y Gross 1986¹⁴, Gelberman y Menon 1980¹⁵, Gelberman y cols 1983¹⁶, Panagis y cols 1983¹⁷) ha presentado como la arteria radial emite la arteria intercarpiana, que inmediatamente se divide en dos ramas, una de ellas corre por el dorso de la muñeca, mientras que la otra discurre vertical y distalmente sobre el 2º metacarpiano.

Aproximadamente 5 mm proximal al origen de la arteria intercarpiana, a nivel de la apófisis estiloides del radio, aparece otro vaso dorsal que discurre sobre el ligamento radiocarpiano para entrar en el escafoides a través de su cintura, en su margen dorsal. En el 70% de los especímenes analizados, este vaso dorsal nace de la arteria radial, pero en el 23%, tiene su origen en el tronco común de la arteria intercarpiana y en el 7%, el escafoides recibe su vascularización dorsal a través de ramas tanto de la arteria radial como de la intercarpiana (fig. 6)

Hay comunicaciones importantes entre la rama dorsal del escafoides de la arteria radial y la rama dorsal de la arteria interósea anterior. No existe irrigación dorsal a través del ligamento escafolunar, ni tampoco a través de la zona cartilaginosa.

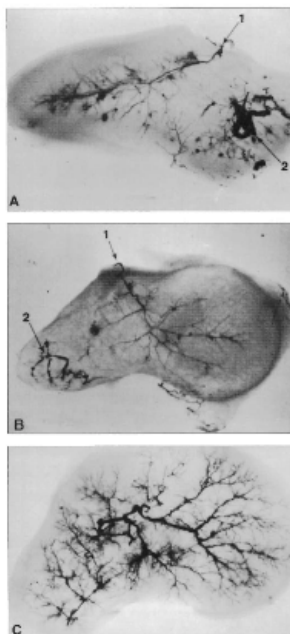


FIGURA 6. Vascularización intraósea del escafoides. A y B imágenes tomadas de (Gelberman y Menon 1980¹⁵) C imagen tomada de (Gelberman y Gross 1986¹⁴).

Los vasos que entran por la zona dorsal del escafoides, proporcionan del 70% al 80% de la irrigación intraósea del hueso. La cresta dorsal del escafoides tiene una orientación oblicua y se extiende entre las superficies articulares del escafoides con el radio y con el trapecio y trapezoide. Los vasos principales dorsales habitualmente entran al hueso a través de pequeños orificios a lo largo de esta cresta dorsal, aunque en algunos especímenes entran inmediatamente proximal o distal a la cintura del escafoides. Los vasos dorsales se suelen dividir en dos o tres ramas poco después de entrar en el escafoides. Estas ramas se dividen proximal y palmarmente en ramas más pequeñas llegando a irrigar la zona subcondral del polo proximal (fig. 7).

La irrigación palmar proporciona del 20% al 30% de la vascularización intraósea, toda ella en la región del polo distal.

A nivel de la articulación radioescafoidea, la arteria radial proporciona la rama palmar superficial. Inmediatamente distal a su origen numerosas ramas más pequeñas

discurren de manera oblicua y distal sobre la cara palmar del escafoides, para entrar por la región del tubérculo escafoideo. Estas ramas palmares del escafoides, se dividen en varias ramas más pequeñas justo antes de penetrar en el hueso. En el 75% de los especímenes, estas arterias derivan directamente de la arteria radial, en el resto, se originan de la rama palmar superficial, cuando esto ocurre existe de forma constante anastomosis entre la rama palmar de la arteria interósea anterior y las ramas palmares del escafoides. No existen comunicación entre las ramas palmares y la arteria ulnar.

Cuando se comparan los estudios anatómicos realizados por Taleisnik con los realizados por Gelberman, se puede deducir que el grupo de vasos latero-palmares descritos por Taleisnik, son probablemente los vasos dorsales descritos por Gelberman y que los vasos distales descritos por el primero, corresponden con los vasos de la tuberosidad de Gelberman (Botte y cols 2004¹³).

ANATOMÍA VASCULAR DEL SEMILUNAR

Gelberman y Panagis han estudiado un total de 60 semilunares en dos estudios en los que valoran su vascularización (Botte y cols 2004¹³, Panagis y cols 1983¹⁷, Gelberman y cols 1980¹⁸). Los autores observaron de forma consistente un aporte vascular volar y de forma frecuente, pero menos consistente, un aporte dorsal. Así, en el 80% de las muestras estudiadas, el semilunar recibe vasos nutricios tanto de su superficie palmar como de la dorsal, mientras que en el 20%, solo lo hace desde la superficie palmar.

En sus estudios, observan como los vasos sanguíneos que entren en la superficie dorsal son ramas que nacen del arco radiocarpiano dorsal, del arco intercarpiano dorsal y en ocasiones, de la rama dorsal de la arteria interósea anterior.

Así mismo, los vasos de la cara palmar, nacen del arco intercarpiano palmar, del arco radiocarpiano palmar y de las ramas comunicantes de la arteria interósea anterior con la arteria ulnar recurrente.

Desde el punto de vista de la vascularización intraósea, los vasos que entran en el dorso son ligeramente más pequeños que los que entran por la zona palmar. Se dividen en una rama proximal y otra distal al entrar en el hueso y llegan hasta el hueso

subcondral. Los vasos dorsales y palmares se anastomosan justo distal a la zona media del hueso. En el polo proximal la vascularización es relativamente menor.

Concluyen los autores que hay tres patrones principales intraóseos. El patrón en forma de "Y" es el más común y ocurre en el 59% de las muestras. El patrón en forma de "I" está presente en el 30% de las muestras y se compone de un solo vaso recto dorsal y otro palmar que se anastomosan en línea recta. Por último, el patrón en forma de "X", aparece en el 10% de las muestras y consta de dos vasos dorsales y dos vasos palmares que se anastomosan en el centro del semilunar, formando así la X.

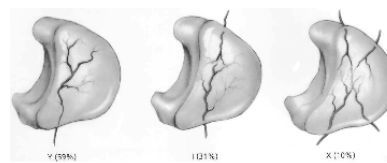


FIGURA 7. Los tres patrones vasculares descritos por Gelberman. Imagen tomada de (Botte y cols 2004¹³).

Lamas en un estudio más reciente de 2007 observa como, en todas sus muestras, existen arterias dorsales y palmares, pero el número de orificios nutricios es mayor en el polo palmar que en el dorsal.

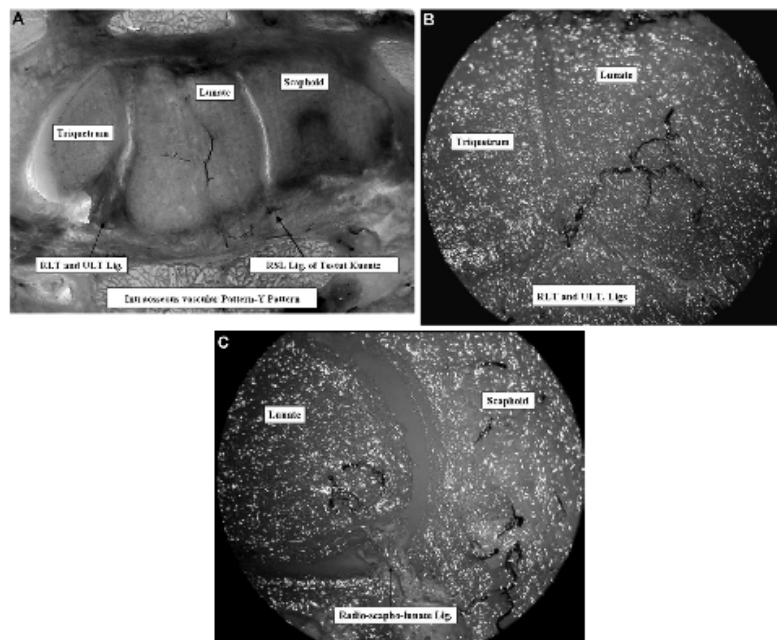


FIGURA 8. A: Patrón de vascularización intraósea en "Y" formado por dos vasos dorsales y uno palmar. B: estudio microscópico donde se aprecian las entradas vasculares a través del radiocarpiano dorsal y del lunopiramidal. C: estudio microscópico donde se aprecia la entrada vascular a través del ligamento radioescafolunar. Imágenes tomas de (Lamas y cols 2007¹⁹).

En la zona dorsal se apreciaron de uno a tres orificios de entrada vascular en la zona no articular del hueso (en sus porciones proximal, central y ulnar), mientras que en la zona volar fueron de uno a cinco. En esta zona volar, se vio que los vasos penetraban en el hueso a través de las inserciones de distintos ligamentos como el ligamento de Testut-Kuentz (ligamento radioescafolunar), el ligamento radiocarpiano dorsal y el ligamento lunopiramidal (Lamas y cols 2007¹⁹).

1.1.3 ANATOMÍA NERVIOSA

Desde que Wilhelm realiza el primer estudio histológico sobre la inervación de la muñeca (Wilhelm 1965²⁰), varios autores han realizado estudios anatómicos en cadáver en los que se valora la inervación de los ligamentos carpianos (Ferrerres y cols 1995²¹, Dellon 1985²², Dellon y cols 1984²³, Ferreres y cols 1995²⁴, Van de Pol y cols 2006²⁵).

INERVACIÓN DORSAL DEL CARPO

Son tres los nervios que inervan mayoritariamente la zona dorsal de la muñeca.

El nervio interóseo posterior es el nervio principal que inervan los dos tercios centrales de la muñeca.

La rama superficial del nervio radial (SBR) también da ramas articulares para la cápsula dorsal de la muñeca y el periostio.

Por último, la rama dorsal del nervio ulnar, inerva sólo una pequeña parte de la zona dorsal de la muñeca (fig. 9).

Ni el nervio antebraquial cutáneo medial ni el nervio antebraquial cutáneo posterior dan ramas articulares a la cápsula dorsal de la muñeca.

Es decir, dorsalmente el nervio interóseo posterior es el nervio principal, pero hay pequeñas contribuciones de la rama superficial del nervio radial y de la rama dorsal del nervio ulnar (Van de Pol y cols 2006²⁵).

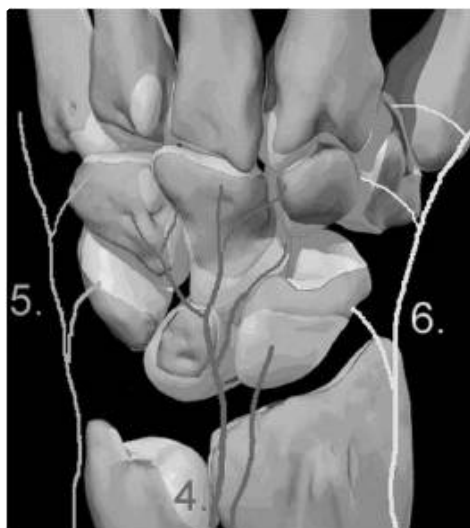


FIGURA 9. Inervación dorsal de la muñeca. 4: Nervio Interóseo Posterior, 5: Rama dorsal del nervio ulnar, 6: Rama superficial nervio radial. Imagen tomada de (Van de Pol y cols 2006²⁵)

En la tabla 2, se presenta un resumen de la inervación de los distintos nervios a los diferentes ligamentos carpianos en los diferentes estudios anatómicos.

Nerve	Author	Technique	Side	Capsule Innervation	Periosteum Innervation
AIN	Wilhelm	Diss	Palmar/radial	RC, RU, CC	Radius
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Palmar	RC, RU, CC	Radius
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Palmar	RC, RU, CC	Radius
	Dellon	Diss, surgery, S	Palmar	RC, CC	Radius
	This report	Diss, cross, AChE	Palmar	RC, RU, CC	Radius
LACN	Wilhelm	Diss	Radial	RC, CC, CM	—
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Radial	CC, CM	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Radial	RC	—
	This report	Diss, cross, AChE	Radial	RC, CC	Radius
Deep UN	Wilhelm	Diss	Palmar/ulnar	CC, CM	—
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Palmar	CC	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Palmar	PT	—
	This report	Diss, cross, AChE	Palmar	CC, CM	—
SBR	Wilhelm	Diss	Palmar/radial	RC, CC, CM	Radius
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Dorsal/radial	RC, CC, CM	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Palmar	RC, CM	—
	This report	Diss, cross, AChE	Dorsal/radial	RC, CC, CM	Radius, dorsal
PCB	Wilhelm	Diss	Palmar	CC, CM	—
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Palmar	CC	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Palmar	Transverse ligament	—
	This report	Diss, cross, AChE	Palmar	CC	—
DBUN	Wilhelm	Diss	Ulnar	CC, UCC	—
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Unar	PT	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Ulnar/palmar	CC, CM	—
	This report	Diss, cross, AChE	Unar/dorsal	CC	—
PIN	Wilhelm	Diss	Dorsal	RU, RC, CC, CM	Radius
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Dorsal	RU, RC, OC	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Dorsal	RU, RC, CC, CM	—
	Dellon	Diss, surgery	Dorsal	RU, RC, CC, CM	—
Perfor UN	This report	Diss, cross, AChE	Dorsal	RU, RC, CC, CM	Radius, ulna
	Wilhelm	Diss	Dorsal	2nd, 3rd, 4th CM	—
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Not found	—	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Dorsal	2nd, 3rd, 4th CM	—
PACN	This report	Diss, cross, AChE	Not found	—	—
	Wilhelm	Diss	Dorsal	Dorsal carpal ligament	—
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Not found	—	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Dorsal	RC (1/20)	—
MACN	This report	Diss, cross, AChE	Dorsal	—	—
	Wilhelm	Diss	Ulnar	UCC	—
	Ferreres	Diss, cross, S-100	Ulnar	CC (1/20)	—
	Fukumoto	Diss, cross, H&E, S	Palmar	UCC (2/20)	—
	This report	Diss, cross, AChE	Ulnar	—	—

NOTE. Wilhelm, references 1 and 2; Ferreres, references 14 and 15; Fukumoto, reference 16; Dellon, references 4 and 5.
 CC, intercarpal; CM, carpometacarpal; cross, cross sectioning; DBUN, dorsal branch of ulnar nerve; deep UN, deep branch of ulnar nerve; diss, dissection; H&E, hematoxylin and eosin; MACN, medial antebrachial cutaneous nerve; PACN, posterior antebrachial cutaneous nerve; perfor UN, perforating branches of ulnar nerve; PT, pisotriquetral; RC, radiocarpal; RU, radioulnar; S, silver impregnation; UCC, ulnar carpal complex; (1/20), found in only 1 of 20 specimens.

TABLA 2. Inervación de ligamentos carpianos según los distintos artículos. Imagen tomada de (Van de Pol y cols 2006²⁵).

1.2 BIOMECÁNICA DEL CARPO

La biomecánica de la muñeca no se debe tratar ni estudiar como la biomecánica de una sola articulación, sino como la biomecánica compleja de los ocho huesos que la componen.

La gran densidad de ligamentos carpianos y la forma de los huesos hacen que se trate de una biomecánica compleja, que es esencial comprender para entender su patología y posibles tratamientos.

La biomecánica se puede dividir en el estudio del movimiento entre los huesos: cinemática y en el estudio de la transmisión de fuerza: cinética.

1.2.1 CINEMÁTICA

En los últimos cien años han aparecido numerosos estudios y teorías sobre la cinemática del carpo, tres han sido las más extendidas:

Una de las primeras teorías sobre la biomecánica de la muñeca fue la realizada por Navarro en 1921, esta era la “teoría de las columnas” que dividía el carpo en tres columnas verticales e independientes (Gardner y cols 2006²⁶).

Fue Destot (1986²⁷), un coetáneo de Navarro, quien en 1926 introdujo el concepto de las “dos hileras del carpo” independientes y quien apunto la importancia del ligamento escafolunar en la mecánica del carpo como estabilizador primordial para la hilera proximal.

Lichtman (Lichtman y cols 1981²⁸) en 1981 crea una nueva teoría sobre la biomecánica de la muñeca, considerando el carpo “como un anillo” formado por cuatro elementos independientes: la hilera distal, el escafoides, el semilunar y el piramidal, conectados entre ellos por cuatro uniones ligamentosas.

Todas estas teorías clásicas sobre la cinemática del carpo son muy variables y contradictorias entre si y no ha sido hasta pasado el año 2005, cuando parece existir

una nueva línea que explica y aúna todas las teorías y estudios anteriores y que tiene el consenso de la inmensa mayoría de autores.

Para comprender la cinemática se han realizado trabajos con mediciones no invasivas en sujetos vivos como el TAC (Wolfe y cols 2000²⁹) y la RMN (Crisco y cols 2005³⁰).

MOVIMIENTO EN PLANOS ANATÓMICOS

La hilera proximal del carpo no tiene inserciones tendinosas, por lo que el movimiento se inicia en la hilera distal del carpo y a continuación, le sigue la hilera proximal de forma pasiva cuando la tensión dentro de la cápsula mediocarpiana alcanza un cierto nivel.

Por tanto, el rango articular de la muñeca cercano a la posición neutra se produce sobre todo en la articulación mediocarpiana (escafolunar-hueso grande).

La mayoría de los trabajos sobre la cinemática de la muñeca han estudiado el comportamiento de los huesos carpianos en los planos anatómicos tradicionales: plano sagital (flexo-extensión) y plano coronal (desviación radial y ulnar).

Los huesos de la hilera proximal tienen unas uniones ligamentosas menos potentes, lo que les permite que exista movimiento entre ellos.

Movimiento de flexo-extensión entre el escafoides y semilunar:

Se mueven predominantemente en el plano sagital, flexionándose y extendiéndose en la misma dirección que la muñeca, pero en menor cuantía que el movimiento total de la muñeca, ya que el movimiento completo se realiza a expensas tanto de la hilera proximal como de la distal.

En el estudio mediante TAC "in vivo" realizado por Wolfe en el año 2000 (Wolfe y cols 2000²⁹) se comprueba como en flexión el escafoides contribuye al 73% del movimiento total de flexión de la muñeca, mientras el semilunar al 46%, mientras que en extensión el escafoides contribuye al 99% mientras el semilunar lo hace al 68%. Es decir, existe un movimiento intercarpiano importante entre los huesos de la hilera proximal, en el movimiento de flexo extensión.

Esto se había comunicado previamente en estudios realizados en cadáver mediante estudio radiográfico (Kobayashi y cols 1997³¹), mediante radioestereofotometría (Savelberg y cols 1991³²) y mediante estudios realizados con simuladores de movimiento (Werner y cols 1997³³).

Movimiento de desviación radial-ulnar:

Los tres huesos de la hilera proximal se mueven sinérgicamente desde una posición flexionada, en desviación radial, a una posición extendida en desviación ulnar (Green 2005³⁴, Green y Wolfe 2010³⁵) (fig.10)

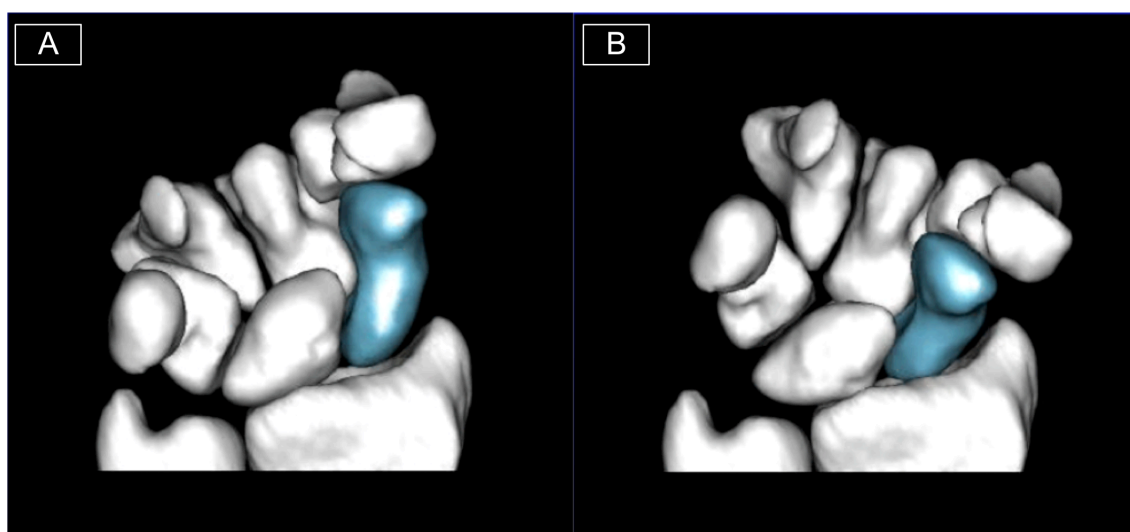


FIGURA 10. A: Durante la desviación ulnar, el ganchoso comprime al piramidal, induciendo extensión, desviación ulnar y la pronación leve de la hilera proximal. En consecuencia, el escafoides adopta una postura extendida. B: Desde la posición neutra a desviación radial, el trapecio y trapezoide empuja al escafoides proximalmente, lo que da lugar a la flexión y desviación ulnar de toda la hilera proximal. Imagen tomada de (Moojen y cols 2003³⁶).

MOVIMIENTO DE “LANZADOR DE DARDOS”

El estudio de la cinemática del carpo ha estado limitado durante mucho tiempo por centrarlo en los planos ortogonales coronal y sagital, cuando en realidad, la mayoría de las actividades de la vida cotidiana rara vez utilizan estos planos de movimiento. La mayoría de actividades se realizan mediante un movimiento oblicuo de la muñeca desde la extensión radial a la flexión ulnar, que se denomina actualmente como el movimiento de lanzador de dardos “dardthrower’s motion” (DTM) (Moritomo y cols 2007³⁷).

Este plano de movimiento (extensión radial a flexión ulnar), a parte de ser el más utilizado en las actividades de la vida diaria, es el movimiento mas natural del a muñeca y el que se hace con la menor fuerza muscular. Es único para cada individuo y depende de diversos factores anatómicos (Moritomo y cols 2007³⁷ , Moritomo y cols 2003³⁸ , Moritomo y cols 2006³⁹ , Moritomo y cols 2000⁴⁰ , Moritomo y cols 2000⁴¹)

Los dos tendones que participan directamente en el movimiento mediocarpiano de “lanzador de dardos” son el flexor ulnar del carpo en la zona antero-medial de la muñeca y el extensor radial corto y largo en la zona postero-lateral. Pero aparte de estos músculos que guían directamente el movimiento de DTM, hay otros dos implicados, que son el extensor ulnar del carpo y el flexor radial del carpo. Su inserción es distal a la articulación mediocarpiana y si se unen hace un eje perpendicular al movimiento de DTM, por lo que su contracción simétrica guía y limita el movimiento mediocarpiano al eje de DTM.

Cinemática del movimiento del lanzador de dardos:

Ya se ha visto como en flexión la hilera proximal del carpo se flexiona, mientras que en extensión la hilera proximal del carpo se extiende. También se ha visto como en desviación radial la hilera proximal se flexiona mientras que en desviación ulnar se extiende.

El movimiento de lanzador de dardos es un movimiento combinado que va desde la extensión radial a la flexión ulnar. La hilera proximal en la posición de extensión radial se encuentra en neutro, ya que se combina la extensión producida por la extensión de la muñeca con la flexión producida con la desviación radial, por eso la hilera proximal queda en neutro. En la posición de flexión ulnar también se encuentra en neutro ya que se combinan la flexión producida por la flexión de la muñeca con la extensión producida por la desviación ulnar de la muñeca, por eso queda en neutro.

En conclusión, el movimiento de “lanzador de dardos” es un movimiento de la articulación mediocarpiana, ya que la hilera proximal no se mueve (fig. 11).

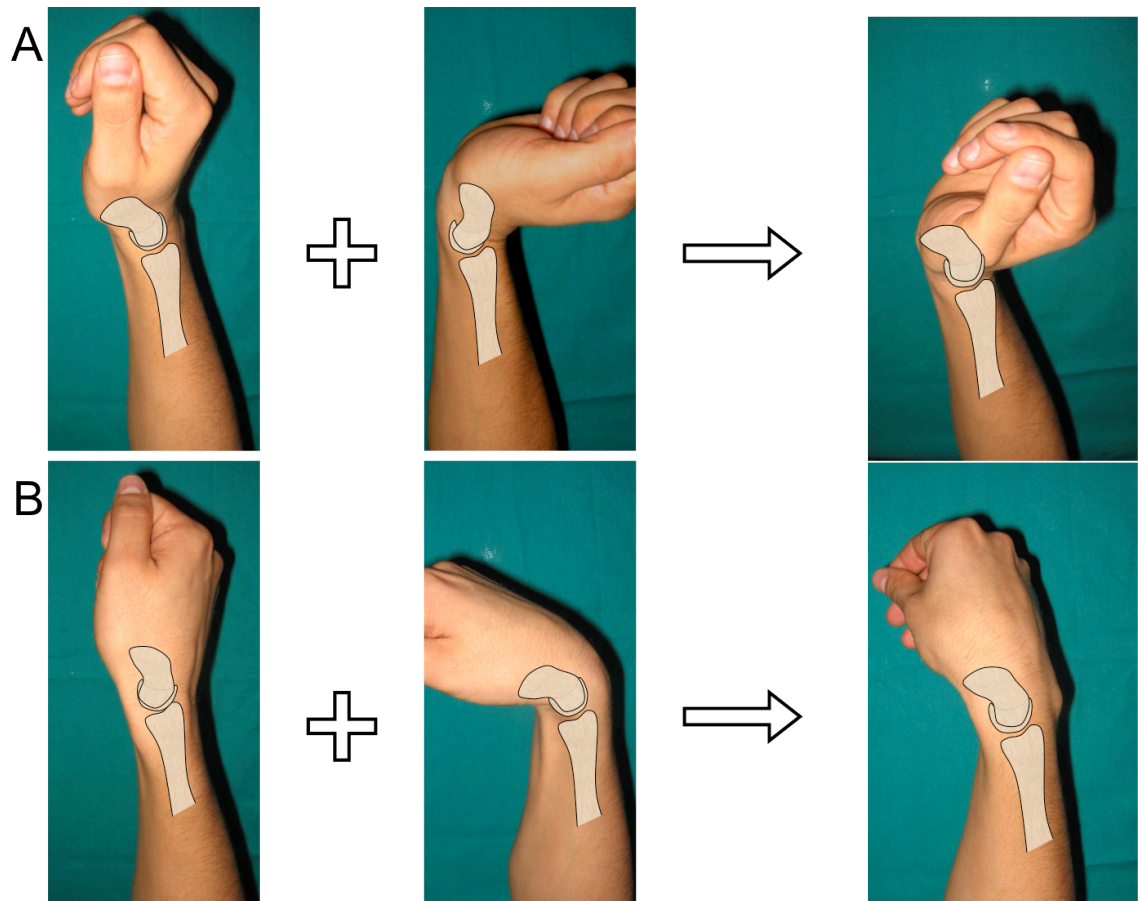


FIGURA 11. A: La suma de un movimiento de desviación radial en el que la hilera proximal está flexionada, con un movimiento de extensión de la muñeca en el que la hilera proximal está extendida, hace que en el movimiento de extensión radial la hilera proximal esté en neutro. B: La suma de un movimiento de desviación ulnar en el que la hilera proximal está extendida, con un movimiento de flexión de la muñeca en el que la hilera proximal está flexionada, hace que en el movimiento de flexión ulnar la hilera proximal esté en neutro. Por eso en el movimiento del lanzador de dardos, desde la extensión radial a la flexión ulnar la hilera proximal se encuentra en neutro.

En los últimos años se han realizado varios estudios sobre la de cinemática del movimiento del lanzador de dardos, que corroboran esta explicación biomecánica (Rohde y cols 2010⁴²).

Werner estudió el movimiento del escafoides y del semilunar in vitro en nueve diferentes planos. Su trabajo confirma que el semilunar y el escafoides se mueven principalmente en el plano de flexión-extensión cuando la muñeca se mueve en flexo-extensión o en desviación radial-ulnar y que el movimiento de ambos huesos es mínimo en el movimiento del lanzador de dardos (Werner y cols 2004⁴³).

En un estudio reciente mediante TAC “in vivo” sobre 28 individuos en 504 posiciones del espacio, confirmó que el movimiento del escafoides y semilunar fue

significativamente menor a lo largo de la trayectoria del movimiento del lanzador de dardos de que en cualquier otra dirección de movimiento de la muñeca (Crisco y cols 2005³⁰) (fig. 12).

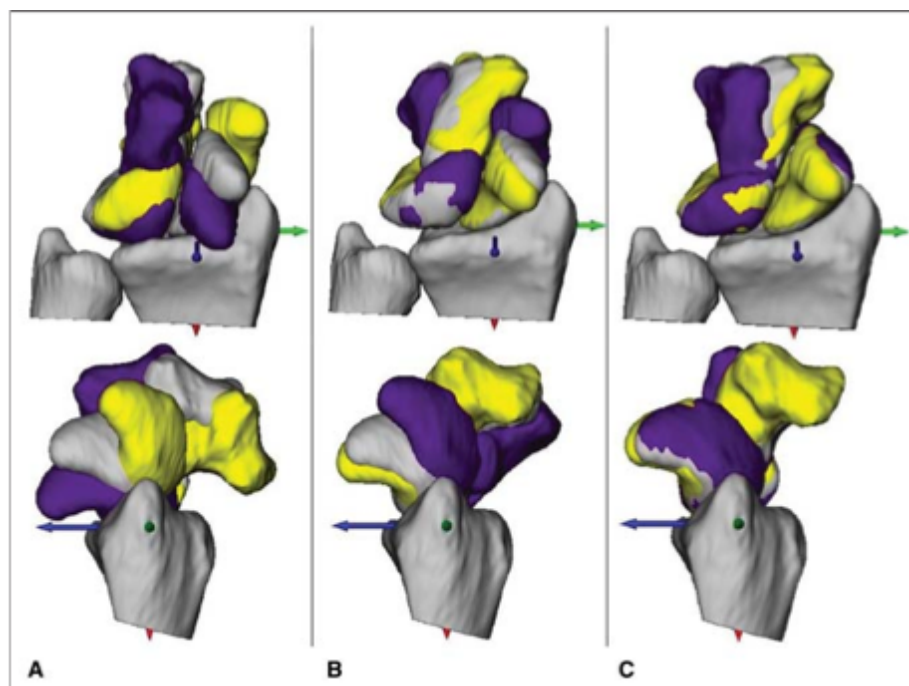


FIGURA 12. Las imágenes de la fila superior son una visión desde palmar de la muñeca y las de la fila inferior una visión desde radial, se muestran los huesos grande, semilunar y escafoides. En las imágenes de la columna A se muestra en tres posiciones: neutra (huesos grises), en flexión máxima de la muñeca (huesos morados) y la extensión máxima de la muñeca (huesos amarillos). En las imágenes de la columna B se muestran en desviación ulnar de muñeca (huesos morados), neutra (huesos grises) y desviación radial (huesos amarillos). En las imágenes de la columna C se muestran a lo largo del movimiento de DTM extensión radial (huesos amarillos), neutro (huesos grises) y flexión ulnar (huesos morados). Es evidente como el movimiento del escafoides y semilunar es mínimo comparado con los otros a lo largo del DTM. Imagen tomada de (Rohde y cols 2010⁴²).

También en otro estudio del año 2006 se ha comprobado como la elongación y tensión del ligamento escafolunar es mínima durante el movimiento del lanzador de dardos (Upal y cols 2006⁴⁴)

1.2.2 CINÉTICA

TRANSMISIÓN DE FUERZA EN LA MUÑECA

Durante el trabajo de carga, las articulaciones de la muñeca resisten fuerzas de compresión y cizallamiento importantes, no sólo por la fuerza externa que debe

resistir, sino también por las contracciones musculares que estabilizan la muñeca. Estudios "in vivo" han revelado que las fuerzas de compresión a nivel de la articulación mediocarpiana puede ser de 25 kg durante el movimiento de flexo-extensión sin carga (Rikli y cols 2007⁴⁵)

Durante la realización de la pinza, la fuerza trapecio-metacarpiana puede alcanzar valores de 1.5 a 4.2 veces mayor que la aplicada por los dedos. De la misma forma, la fuerza que se transmite desde los metacarpianos al carpo puede alcanzar valores superiores a 10 veces la fuerza aplicada en la punta de los dedos (Garcia-Elias 1997⁴⁶). Es decir, con una fuerza promedio de agarre de 52 kg para el hombre y 31 kg la mujer, se estima que la muñeca se puede soportar cargas de 520 kg en los hombres o 310 kg en las mujeres (Rikli y cols 2007⁴⁵).

De acuerdo a los estudios in vitro de Viegas (Viegas y Patterson 1997⁴⁷, Viegas y cols 1993⁴⁸) a nivel de la articulación mediocarpiana, el 60% de la carga se transmite a través de la articulación escafolunar-hueso grande. Más proximal, las fuerzas se distribuyen: 50% a 56% a la articulación radio-escafoidea, el 29% a 35%, articulación radio-semilunar y el 10% a 21% articulación cubito-semilunar.

La fosa del radio para el semilunar aumenta la carga con la desviación ulnar, mientras que la fosa escafoidea se sobrecarga con la desviación radial (Rikli y cols 2007⁴⁵).

MECANISMOS ESTABILIZADORES DURANTE LA CARGA

Bajo carga, los huesos del carpo tienden a desplazarse en direcciones específicas, dependiendo de muchos factores, como son la posición que tienen en el momento de la carga, la dirección y magnitud de ésta, la congruencia de las superficies articulares y el estado y competencia de los ligamentos carpianos. Los tendones, al pasar cerca de los distintos huesos del carpo también puede modular el grado de movimiento.

Estos desplazamientos se mantienen hasta que se interrumpe la carga, momento en el que el equilibrio se restablece y los huesos regresan a su posición inicial. Cualquier lesión o patología que altere la morfología ósea o articular, la integridad ligamentosa o la función muscular, puede cambiar estos movimientos o el retorno a un estado de equilibrio, causando una inestabilidad carpiana.

Por eso, el conocimiento de los diferentes mecanismos de estabilización es fundamental para entender y tratar las inestabilidades carpianas.

Bajo carga axial, los distintos huesos de la hilera proximal no se estabilizan de la misma forma por los ligamentos mediocarpianos. Debido a la disposición de los ligamentos escafo-trapecio-trapezoideo y escafo-hueso grande, el escafoide tiene mayor rango de rotación en flexión y pronación que el semilunar, mientras que el piramidal está fuertemente unido a la hilera distal del carpo.

Si los ligamentos escafolunares y lunopiramidales están intactos, las diferencias de rotación entre los huesos, hace que exista un momento de torsión en los ligamentos escafolunar y lunopiramidal y mayor coaptación de las articulaciones escafolunar y lunopiramidal.

Si el ligamento escafolunar está lesionado, el escafoide no se sujeta por el resto de la hilera proximal y se colapsa en flexión y pronación (la llamada subluxación rotatoria del escafoide), mientras que el semilunar y el piramidal son extendidos por la hilera distal, dando lugar a la inestabilidad del segmento intercalado dorsal (DISI)

Si, en lugar del ligamento escafolunar, el lesionado es el lunopiramidal, el escafoide y el semilunar tienden a adoptar una postura anormalmente flexionada (VISI), mientras que el piramidal se mantiene en extensión unido a la hilera distal (Linscheid y cols 1972⁴⁹).

1.3 INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR

La inestabilidad escafolunar es la inestabilidad del carpo más frecuente, incluye un amplio espectro de condiciones clínicas que van desde una disfunción leve de la articulación escafolunar con una rotura parcial del ligamento, hasta una alteración mecánica importante con una lesión completa e incluso de otros estabilizadores secundarios de la articulación.

1.3.1 HISTORIA Y DEFINICIÓN

La disociación escafolunar se describe por primera vez por Destot en el año 1926 refiriéndose a ella como un aumento del espacio entre el semilunar y el escafoides visto en una radiografía en proyección anteroposterior (Destot 2006⁵⁰). Sin embargo, no fue hasta 1972, año en que Linscheid describió de forma detallada la inestabilidad traumática de la muñeca, cuando el término de inestabilidad escafolunar fue ampliamente reconocido (Linscheid y cols 1972⁴⁹). Desde entonces, han sido muchos los avances en el conocimiento de la anatomía, fisiopatología y tratamiento de este tipo de inestabilidad carpiana.

1.3.2 FISIOPATOLOGÍA

FISIOPATOLOGÍA DE LA INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR

En una muñeca normal, existe un momento flexor en su porción radial a través del escafoides ya que, debido a la forma oblicua (respecto al antebrazo) de su articulación con el trapecio al aplicar carga, este último comprime al escafoides, que tiende a desplazarse hacia la flexión. Por otro lado, en la porción ulnar de la muñeca, existe un momento extensor, ya que la forma de la articulación entre el ganchoso y el piramidal, hace que al aplicar una fuerza, éste tienda a la extensión (Manuel y Moran 2007⁵¹).

En la figura 13 se muestra el movimiento flexor radial sobre el escafoides y extensor sobre el piramidal.

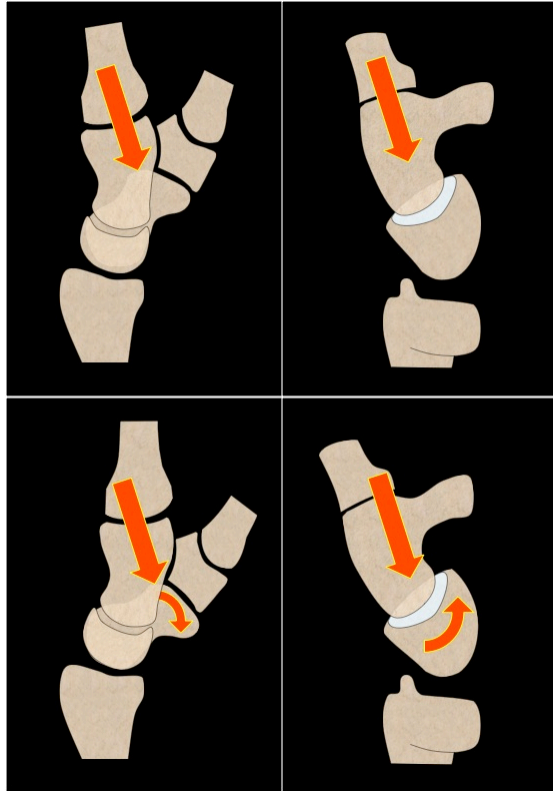


FIGURA 13. Momento flexor en la porción radial del carpo y extensor en la porción ulnar al aplicar carga.

Estas dos fuerzas contrarias (momento flexor sobre el escafoides y extensor sobre el piramidal) actúan a través de sus uniones con el semilunar (ligamento escafolunar y lunopiramidal respectivamente) y lo mantienen en una posición de equilibrio (fig.14).

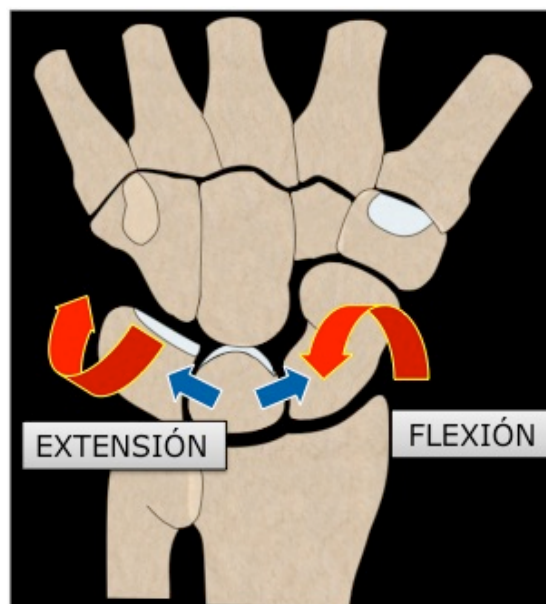


FIGURA 14. El semilunar se encuentra en equilibrio traccionado de un brazo por el ligamento escafolunar hacia la flexión y de otro brazo por el ligamento lunopiramidal hacia la extensión.

El semilunar se ha comparado con un muelle que soporta peso y está en equilibrio, uno de sus brazos sería el ligamento escafolunar y el otro el lunopiramidal.

Al producirse una lesión del ligamento escafolunar, se pierde el brazo que realiza el momento flexor sobre el semilunar, por lo que el piramidal tracciona de él a través del ligamento lunopiramidal íntegro y lo lleva hacia la extensión. Por otro lado, el escafoides al perder su conexión con el semilunar cae aún en mayor flexión, se desplaza hacia dorsal y se pron, creándose una incongruencia entre el radio y el escafoides (Short y cols 2002⁵²).

El término de inestabilidad dorsal segmento intercalado (DISI) se ha utilizado para describir esta postura extendida del semilunar tal y como se observa en las radiografías laterales de muñeca (Linscheid y cols 1983⁵³) (fig.15).

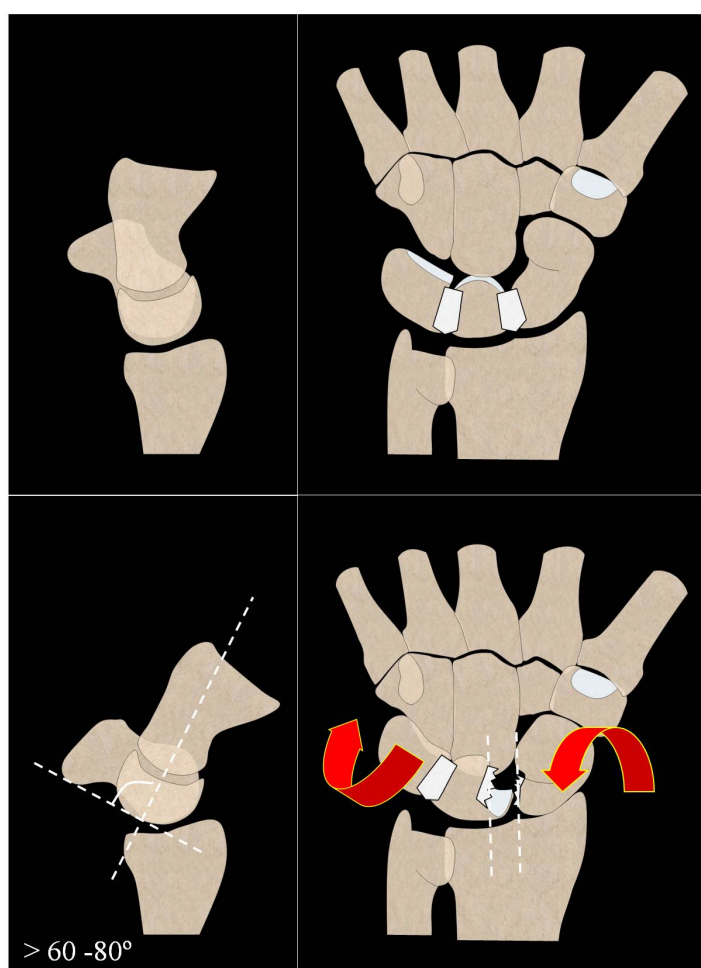


FIGURA 15. Inestabilidad dorsal del segmento intercalado (DISI). Se aprecia como con la lesión del ligamento escafolunar el escafoides se flexiona y pron, mientras que el semilunar se extiende.

El término de "segmento intercalado" se refiere a la hilera proximal del carpo, que no tiene inserciones tendinosas directas y por lo tanto, su movimiento está determinado por las fuerzas musculares que actúan en el radio distal y en la hilera distal del carpo y metacarpianos.

Sin embargo, la fisiopatología no es tan sencilla como lo previamente explicado, ya que aunque el escafolunar es el estabilizador primario de la articulación escafolunar, no es el único. Existen varios estabilizadores ligamentosos secundarios que han sido ampliamente estudiados en diversos estudios anatómicos en cadáver (Short y cols 2002⁵², Berger y cols 1982⁵⁴, Meade y cols 1990⁵⁵, Ruby y cols 1987⁵⁶, Short y cols 2005⁵⁷, Short y cols 2007⁵⁸, Short y cols 2002⁵⁹).

Uno de los primeros estudios es el realizado por Berger y cols. en 1982, en este trabajo observaron pocos cambios en la cinemática de la muñeca tras la sección aislada del ligamento escafolunar (Berger y cols 1982⁵⁴).

Posteriormente, se publicaron los cambios radiológicos que aparecían tras la sección secuencial del ligamento escafolunar, demostrándose como la sección de la porción palmar produce cambios radiológicos mínimos del espacio escafolunar. Como, tras seccionar la porción dorsal, el espacio escafolunar aumenta hasta 2,6 mm. Y como, sólo después de la sección del ligamento escafolunar y del radioescafo-hueso grande, el espacio escafolunar aumentaba de forma significativa hasta 4,1 mm. Se concluye que clínicamente hay que sospechar la lesión escafolunar y buscar otros medios de diagnóstico para su identificación, ya que puede existir una lesión completa indetectable radiológicamente (Meade y cols 1990⁵⁵).

En otro estudio anatómico, se ha observado también cómo, el espacio escafolunar aumenta significativamente hasta 5 mm, cuando se secciona tanto el ligamento escafolunar como la cápsula dorsal (Ruby y cols 1987⁵⁶).

Estos estudios clásicos pusieron de evidencia que, para que existiese un aumento del espacio escafolunar, no sólo era necesaria una lesión del ligamento escafolunar sino también de otros estabilizadores secundarios, lo cual tenía mucha importancia clínica, ya que pacientes con una radiografía normal, podían tener lesiones importantes del

ligamento y que apareciese una alteración radiográfica implicaba una lesión asociada de los estabilizadores secundarios.

Posteriormente, varios estudios más modernos han intentado definir cuáles son estos estabilizadores secundarios y en qué medida se altera la articulación escafolunar tras su sección.

Short y cols. han realizado tres estudios en cadáver valorando la posición de los huesos con sensores de posición en un simulador de movimiento de muñeca (Short y cols 2002⁵², Short y cols 2005⁵⁷, Short y cols 2007⁵⁸). En sus dos primeros trabajos estudiaron la alteración del movimiento en los huesos tras la sección del ligamento escafolunar, del ligamento escafo-trapecio-trapezoideo y ligamento radio-escafo-hueso grande y en el tercero añade el ligamento intercarpiano dorsal y el radiocarpiano dorsal.

Comprobaron como, independientemente del orden de corte de los ligamentos, existe poco cambio en la cinemática del escafoides y del semilunar hasta que se secciona el ligamento escafolunar. Es decir, tras seccionar los ligamentos radio-escafo-hueso grande, escafo-trapecio-trapezoideo, intercarpiano dorsal y/o el radiocarpiano dorsal, si permanece íntegro el ligamento escafolunar, no se altera, de forma significativa, el movimiento del escafoides y del semilunar. Lo que implica que aún en presencia de otras lesiones ligamentosas el ligamento escafolunar es capaz de estabilizar la articulación.

Sin embargo, si la sección inicial es del ligamento escafolunar. Se desestabilizan el escafoides y el semilunar durante una porción del movimiento de flexo-extensión y de desviación radial y ulnar de la muñeca, aún manteniéndose íntegros el resto de los ligamentos estudiados. Pero si estos últimos también se seccionan, la alteración de la movilidad ocurre durante un rango más amplio de movimiento.

Tras la sección de los ligamentos realizaron 1.000 ciclos de movimiento de la muñeca y observaron como aumentaba aún más la alteración mecánica de los huesos e incluso en estático aparecía un aumento evidente del espacio escafolunar (fig.16).

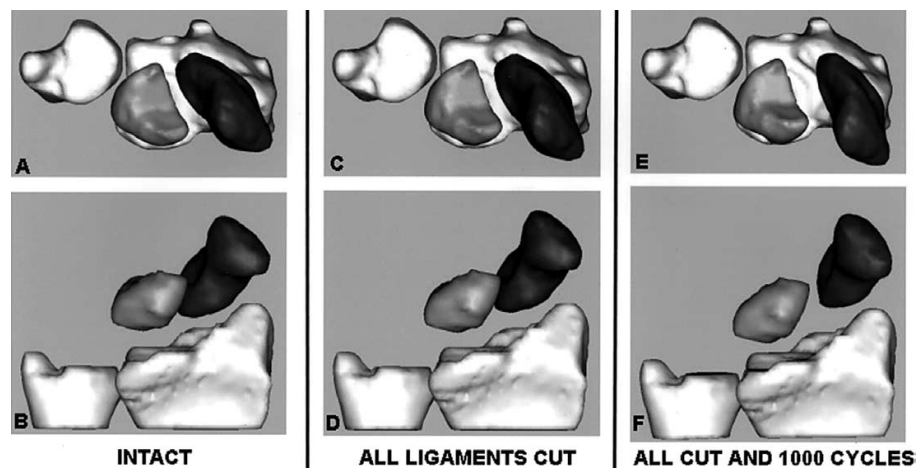


FIGURA 16. Posición del escafoides y del semilunar de la muñeca. Después de seccionar los tres ligamentos (C, D) no hubo un aumento estadístico del espacio entre el escafoides y el semilunar (A, B). Sólo después de 1.000 ciclos de flexión y extensión (E, F), se produjo un aumento significativo del espacio entre los huesos. Imagen tomada de (Short y cols 2005⁵⁷).

La interpretación que dan a estos hallazgos, es que el ligamento escafolunar es el estabilizador principal de la articulación escafolunar, existiendo relativamente pocos cambios hasta que esta estructura se corta. El resto de los ligamentos estudiados desempeñan un papel secundario como ayuda al escafolunar, pero no pueden asumir la función de esta estabilización primaria. El movimiento cíclico, después de seccionar los ligamentos, causa un mayor deterioro en la cinemática del carpo, por lo que es probable que este movimiento cíclico cause una deformación plástica en el resto de estructuras que ayudan a estabilizar la articulación.

El estudio que realizaron en cadáveres Mitsuyasu y cols en el 2004 se centra en el papel del ligamento intercarpio dorsal en la inestabilidad escafolunar y en la influencia que su lesión tiene en que sea una inestabilidad estática o dinámica.

En sus resultados, se aprecia que tanto la posición del escafoides como el espacio escafolunar cambian significativamente tras la sección del ligamento escafolunar y de la inserción del ligamento intercarpio dorsal del escafoides, pero sólo cuando se aplica una carga, mientras que la posición del semilunar no se modifica. Clínicamente lo comparan con una inestabilidad escafolunar dinámica. Posteriormente, tras la sección de la inserción del intercarpio dorsal del semilunar apareció la deformidad en DISI y un aumento significativo del espacio escafolunar tanto en carga como en

descarga. Este hecho se equipara a una inestabilidad estática (Mitsuyasu y cols 2004⁶⁰).

En el año 2004, Elsaidi y cols, presentan un estudio en el que valora la influencia de distintas secciones ligamentosas en la estabilidad escafolunar (fig.17).

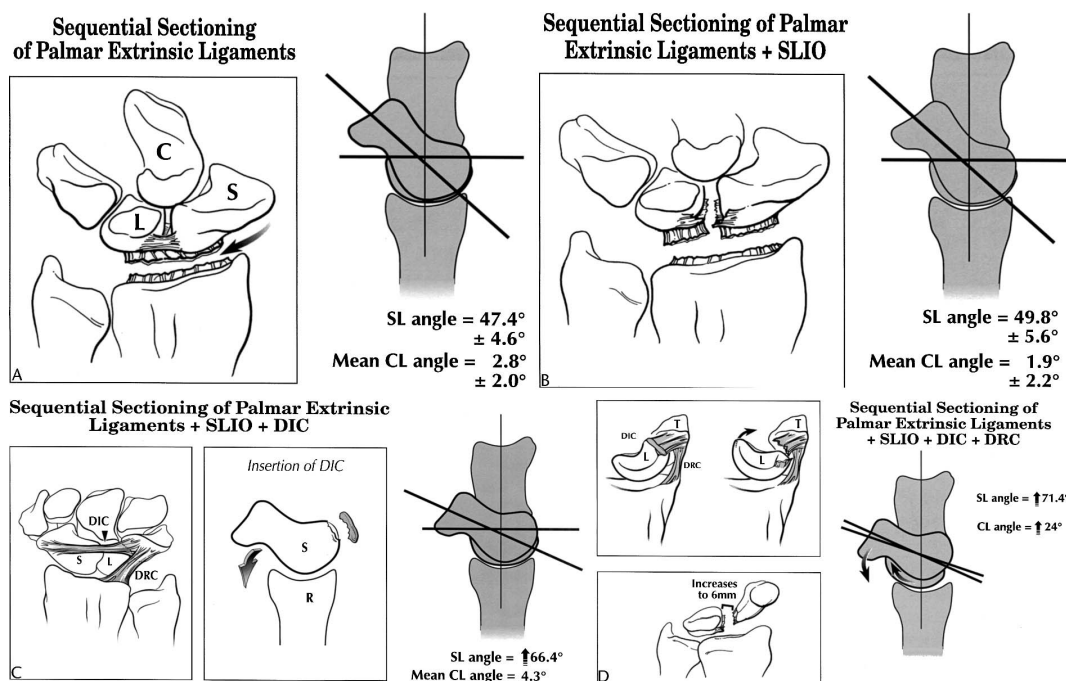


FIGURA 17. A: Sección de los ligamentos extrínsecos palmares, sin cambios estadísticamente significativos en los parámetros radiológicos. B: Sección de los ligamentos extrínsecos palmares más el ligamento escafolunar, no hubo cambios significativos en el ángulo escafolunar, o en el espacio escafolunar. C: Sección adicional del ligamento intercarpiano dorsal y de la cápsula dorsal del escafoides, que da lugar a la subluxación rotatoria del escafoides, con un aumento en el ángulo escafolunar. D: Sección adicional del ligamento radiocarpiano dorsal dado lugar a un patrón de inestabilidad dorsal del segmento intercalado. Imagen tomada de (Elsaidi y cols 2004⁶¹).

Valoraron la lesión secuencial de los ligamentos extrínsecos palmares, del ligamento escafolunar, del ligamento intercarpiano dorsal y del ligamento radiocarpiano dorsal, mostrando que la sección de los ligamentos extrínsecos palmares o la suma de ellos con la de la sección del escafolunar no altera la posición del escafoides en las radiografías realizadas (tanto en carga como sin carga). Sin embargo, tras la sección de los ligamentos intercarpiano dorsal y radiocarpiano, aparecía una inestabilidad estática en las radiografías (Elsaidi y cols 2004⁶¹).

ESPECTRO DE LESIÓN ESCAFOLUNAR: INESTABILIDAD PREDINÁMICA, DINÁMICA Y ESTÁTICA

Para describir mejor el espectro evolutivo de la lesión en la articulación escafolunar, se ha desarrollado un sistema de clasificación en cuatro etapas: inestabilidad predinámica, inestabilidad dinámica, inestabilidad estática y colapso escafolunar avanzado (SLAC) (Watson y cols 1993⁶², Watson y Ballet 1984⁶³, Watson y cols 1997⁶⁴). Realmente se trata de una clasificación en función de los hallazgos radiológicos observados y en función de qué tipo de radiografía sea necesaria para diagnosticarlos (radiografía simple o en estrés) (fig. 18).

En este apartado sólo vamos a tratar su fisiopatología, su descripción en detalle se realizará posteriormente.

Inestabilidad predinámica: consiste en la primera etapa de la lesión escafolunar. Se caracteriza por una rotura parcial del ligamento. Esta rotura produce un movimiento anormal entre el escafoide y el semilunar, generando un cizallamiento que puede producir sinovitis local, dolor y malestar. Tanto las radiografías simples como en estrés son normales. El diagnóstico, en muchas ocasiones, se realiza bajo visión artroscópica. Si no se trata, los estabilizadores secundarios se pueden lesionar y puede progresar al siguiente grado de inestabilidad.

Inestabilidad dinámica: se caracteriza por una rotura ligamentosa que ocurre de la zona palmar del ligamento a la dorsal (Mayfield 1984⁶⁵). Las radiografías simples pueden ser normales. Sin embargo, bajo estrés puede mostrar un ensanchamiento del intervalo escafolunar. A pesar de tener una rotura completa del ligamento escafolunar, los estabilizadores secundarios permanecen íntegros por lo que solo es evidente la inestabilidad bajo condiciones de carga y por eso sólo aparece al realizar una radiografía dinámica.

Inestabilidad estática: consiste en una lesión de los estabilizadores secundarios. Se diferencia de la inestabilidad dinámica en que la alteración se observa directamente en las radiografías simples sin la necesidad de aplicar carga (con un espacio escafolunar mayor de 3mm y un ángulo escafolunar mayor de 70°)

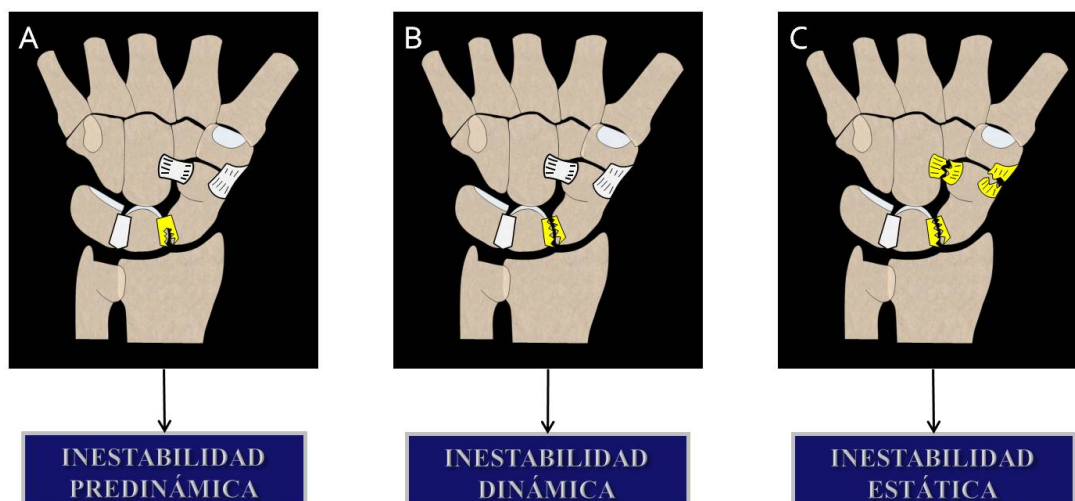


FIGURA 18. A: Inestabilidad predinámica: lesión parcial del ligamento escapulohumeral. B: Inestabilidad dinámica: lesión completa del ligamento escapulohumeral con integridad de los estabilizadores secundarios. C: Inestabilidad estática: lesión completa del ligamento escapulohumeral y de los estabilizadores secundarios.

- *SLAC*: es la fase final de la disociación escapulohumeral. Con el tiempo, por las cargas continuas ocurre un deterioro progresivo del cartílago articular y el desarrollo de la artrosis (Watson y Ballet 1984⁶³).

EVOLUCIÓN NATURAL DE LA LESIÓN

La progresión natural de la lesión del ligamento escapulohumeral no tratada no está del todo clara. Watson describió la inestabilidad escapulohumeral como un espectro progresivo y evolutivo que va desde la lesión predinámica hasta la muñeca artrósica con un colapso avanzado escapulohumeral: muñeca SLAC (Watson y cols 1993⁶²) (fig. 19).

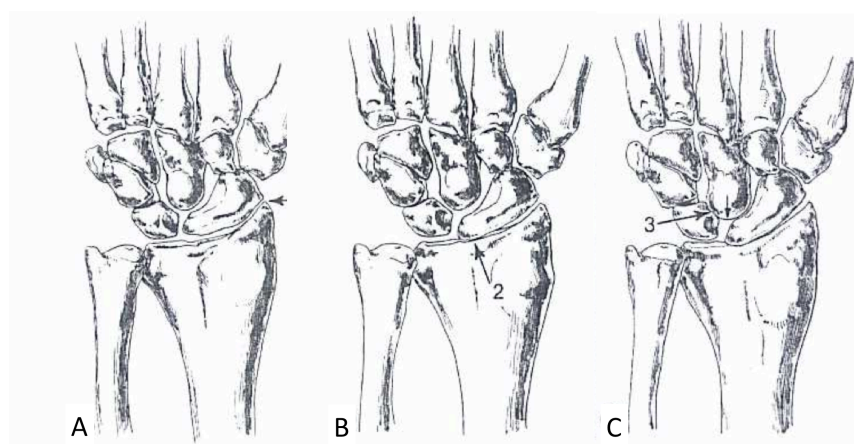


FIGURA 19. Grados de muñeca SLAC. A: SLAC I, artrosis en estiloides radial. B: SLAC II, artrosis radioescafoidea. C: SLAC III, artrosis mediocarpiana. Imagen tomada de (Watson y Ballet 1984⁶³).

Lo menos claro es la velocidad a la que ocurre o lo inevitable que es esta evolución. Algunos autores creen que la progresión al desarrollo de una muñeca SLAC es inevitable después de una rotura aislada del ligamento escafolunar (Watson y Ballet 1984⁶³, Watson y cols 1997⁶⁴, Harrington y cols 1987⁶⁶)

Hay dos artículos que han estudiado la evolución de pacientes diagnosticados de una lesión escafolunar en los que no se realizó ningún tratamiento quirúrgico.

El primero es el de O'Meeghan en el año 2003. En uno de ellos se siguió la evolución de 11 pacientes con una lesión escafolunar que se diagnosticó mediante artroscopia de muñeca y que no tenían ninguna alteración radiológica de aumento del espacio escafolunar ni de DISI. A los de 7 años de seguimiento, todos los pacientes tenían dolor, limitación de la movilidad y disminución de la fuerza, pero no tenían signos radiológicos de muñeca SLAC. Este estudio demuestra el deterioro clínico de pacientes con inestabilidades predinámicas (O'Meeghan y cols 2003⁶⁷).

Más recientemente se ha estudiado, de forma prospectiva, la evolución en 36 meses de 7 pacientes con una inestabilidad estática escafolunar comparándola con otro grupo de 17 pacientes en los que se realizó una reconstrucción aguda. Del grupo de pacientes no tratados, el 14% no presentaban cambios artrósicos, el 43 % presentaban una muñeca SLAC tipo I, el 29% una SLAC tipo II y el 14% una SLAC tipo III. Del grupo tratado, sólo el 6% presentaba una muñeca SLAC como complicación de una infección articular. A los pacientes no tratados quirúrgicamente se les realizó una artroscopia de muñeca observándose en todos ellos, cambios degenerativos más avanzados que los que se veían radiográficamente: 29% SLAC I, 42% SLAC II y 29 % SLAC III (Pilny y cols 2010⁶⁸).

Es decir, la evolución hacia la artrosis en poco tiempo parece probable en lesiones completas e inestabilidades estáticas. El estudio radiológico infraestima el grado de afectación articular y esto es probable, ya que la primera zona de degeneración es el margen dorso-radial del radio, difícil de apreciar en una radiografía convencional.

Los pacientes del estudio de O'Meeghan, tenían lesiones menos graves que los del estudio de Pilny. En su seguimiento, acaban con un mal resultado funcional, pero con

pocos cambios degenerativos radiológicos. Sin embargo, es probable que los tuviesen incipientes (difícil de diagnosticar radiológicamente) y que de haberles realizado una artroscopia si se hubiesen diagnosticado.

En cualquier caso, aunque son necesarios estudios prospectivos en los que se divida a los pacientes en distintos grupos según el tipo de lesión inicial que tuviesen (predinámica, dinámica o estática) y en los que el seguimiento se haga con técnicas de imagen adecuadas como TAC o RMN para valorar el cartílago articular (sobre todo del margen dorsal del radio) o de forma intraoperatoria mediante artroscopia, parece evidente que la lesión del ligamento escafolunar altera la mecánica de la muñeca, da lugar a alteraciones clínicas y al comienzo de un proceso degenerativo que puede acabar produciendo una muñeca SLAC.

1.3.3 MECANISMO DE LESIÓN DE LA INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR

En estudios en cadáver (Mayfield 1984⁶⁵, Mayfield 1980⁶⁹, Mayfield 1984⁷⁰, Mayfield y cols 1980⁷¹), se ha demostrado como el mecanismo de lesión es la carga en extensión, desviación ulnar y supinación de la muñeca.

Según este modelo el hueso grande se desplaza proximalmente entre el escafoides y el semilunar a través de la porción palmar del ligamento escafolunar, con lo que el escafoides se desplaza hacia dorsal y radial, mientras que el semilunar lo hace hacia ulnar y palmar. El escafoides y el semilunar, por lo tanto, se desplazan en direcciones opuestas, lo que da lugar a un desgarro del ligamento escafolunar, que comienza en su porción volar y progresa hacia dorsal.

Clínicamente, este mecanismo de lesión desde volar a dorsal, debe tenerse en cuenta al realizar una artroscopia o evaluar una resonancia magnética, ya que las lesiones iniciales sólo afectaran a la porción volar del ligamento (Mayfield 1984⁶⁵, Manuel y Moran 2010⁷²).

1.3.4 DIAGNÓSTICO CLÍNICO DE LA INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR

La inspección en la inestabilidad escafolunar no suele ser muy llamativa, ya que incluso en las fases agudas la tumefacción puede ser escasa.

Más útil es la palpación, el dolor suele ser muy intenso en la articulación escafolunar, en la tabaquera anatómica y en el tubérculo del escafoides. Para palpar el punto doloroso de la articulación escafolunar, se flexiona la muñeca y se localiza justo distal al tubérculo de Lister (Green y Wolfe 2010³⁵) (fig.20).

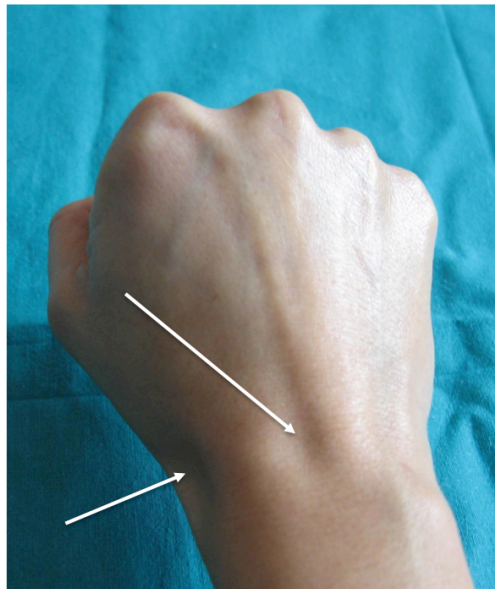


FIGURA 20. Puntos dolorosos en la lesión escafolunar. Dolor sobre la articulación escafolunar, distal al tubérculo de Lister y sobre la tabaquera anatómica.

El rango articular se suele mantener, salvo en los casos más avanzados en los que puede estar disminuido por el dolor.

Aparte de la inspección y palpación, existen diversas maniobras de exploración:

TEST DE DESPLAZAMIENTO ESCAFOIDEO DE WATSON (SCAPHOID SHIFT TEST)

Fue descrito por Watson en la década de los años 80 (Watson y cols 1988⁷³) Se realiza con el codo del paciente apoyado en la mesa de exploración. El examinador coloca su mano por detrás de la del paciente, para mover la muñeca de desviación ulnar a radial

y el pulgar de la otra mano, sobre el tubérculo del escafoides, sobre el que se aplica presión (fig.21).

Mediante la presión sobre el escafoides, se evita la flexión palmar del escafoides, que ocurre de forma fisiológica desde la desviación ulnar a radial de la muñeca.

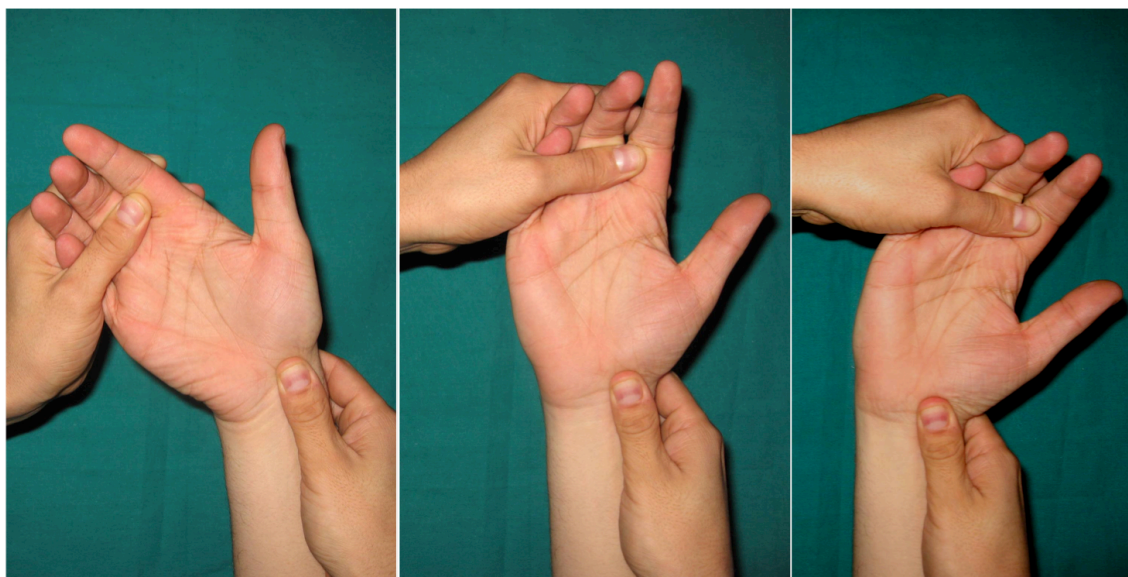


FIGURA 21. Scaphoid shift test. Se presiona hacia dorsal el tubérculo del escafoides y se desvía la muñeca desde ulnar a radial.

Cuando existe una inestabilidad escafolunar, al aplicar presión sobre el tubérculo del escafoides, su polo proximal se subluxa hacia dorsal sobre el borde dorsal del radio, produciendo dolor y al soltar la presión se “reduce” sobre la fosa escafoidea del radio apreciándose un ruido o chasquido.

El test de Watson es muy poco específico, ya que tanto el dolor como el chasquido, pueden aparecer sin existir una inestabilidad escafolunar. El dolor, porque problemas dorsales como gangliones ocultos o impactaciones radiocarpianas también lo pueden producir (Green 2005³⁴) y el chasquido o clunk, porque en pacientes con laxitud generalizada lo pueden presentar de forma fisiológica en la articulación mediocarpiana (Easterling y Wolfe 1994⁷⁴). Por eso es fundamental la comparación de las dos muñecas.

Para que esta prueba sea valorable, es necesaria una gran experiencia en su realización (Wolfe y Crisco 1994⁷⁵)

En el año 1993 Lane realizó una modificación del test de Watson (Lane 1993⁷⁶). Manteniendo la misma posición de la mano del paciente y del explorador, realizar un desplazamiento dorsal del escafoides sobre el dorso del radio en lugar de un desplazamiento ulnar y radial de la muñeca. Así valora de forma similar al cajón anterior de la rodilla que grado de inestabilidad escafolunar existe.

TEST DE EXTENSIÓN DE DEDOS CONTRA RESISTENCIA

Se explora diciendo al paciente que extienda los dedos índice y medio contra resistencia con la muñeca flexionada parcialmente (Watson y cols 1988⁷³) (fig.22).. En un paciente con inestabilidad escafolunar, aparece un dolor dorsal agudo. Esta maniobra es muy sensible pero poco específica.

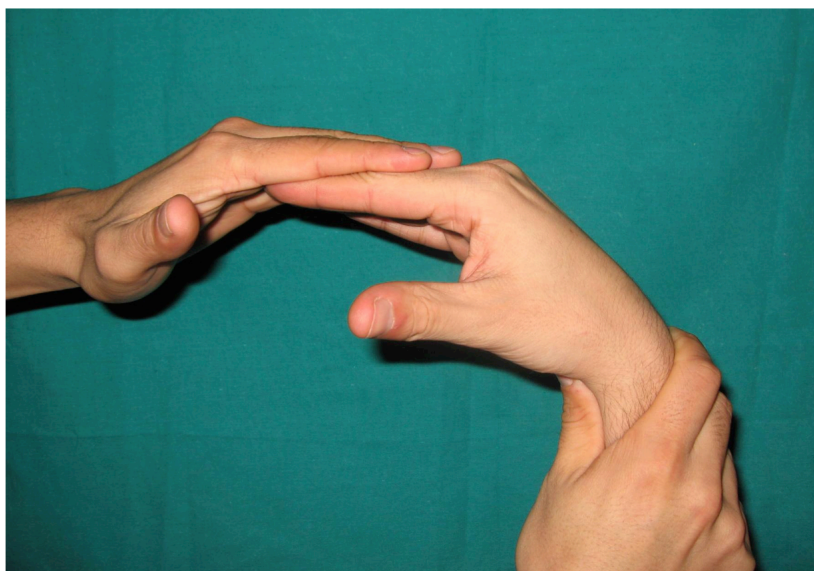


FIGURA 22. Test de extensión de los dedos. Muñeca en flexión parcial, con la extensión de 2º y 3º dedo contra resistencia aparece dolor escafolunar.

BALLOTMENT TEST

El semilunar se sujeta con el pulgar y el índice de una mano, el escafoides con el pulgar e índice de la otra y se realiza un movimiento de cizallamiento dorso-palmar (fig.23). Un resultado positivo provoca dolor, crepitación y movilidad excesiva del escafoides sobre el semilunar (Green y Wolfe 2010³⁵).



FIGURA 23. Ballotment test, se desplaza el escafoides hacia volar y dorsal respecto al semilunar, lo que produce dolor y crepitación .

1.3.5 ESTUDIO RADIOLÓGICO

El examen radiográfico debe incluir inicialmente dos proyecciones: una proyección anteroposterior y una proyección lateral, pero para el diagnóstico de inestabilidades dinámicas en las que la radiología estándar no muestra ninguna patología, es necesario incluir en el estudio radiografías en estrés.

SIGNOS RADIOLÓGICOS DE INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR EN RADIOGRAFÍA ANTEROPOSTERIOR (FIG. 24):

Signo de Terry-Thomas: En una proyección anteroposterior se ve un aumento del espacio escafolunar (Frankel 1977⁷⁷).

Este signo suele ser más apreciable en la radiografía anteroposterior hecha en supinación que en la hecha en pronación (Thompson y cols 1964⁷⁸).

El espacio escafolunar debe ser medido en la mitad de la parte plana de la faceta medial del escafoides, se considera patológico cuando excede 2-3 mm y está aumentado respecto a la muñeca contralateral u otros espacios articulares entre los demás huesos del escafoides (Schimmerl-Metz y cols 1999⁷⁹, Kindynis y cols 1990⁸⁰).

Signo del anillo: También aparece en la proyección anteroposterior. Al caer el escafoides en flexión, su polo distal, adquiere la forma de un anillo. Este signo, unido a la pérdida de altura del escafoides con menos de 7 mm desde el signo del anillo hasta el polo proximal, diagnostica la inestabilidad escafolunar estática (Cautilli y Wehbe 1991⁸¹).



FIGURA 24. 1: Signo de Terry-Thomas (diástasis escafolunar). 2: Signo del anillo.

Pérdida del paralelismo escafolunar: Las superficies articulares del semilunar y del escafoides son planas, simétricas y paralelas en una muñeca sana. La falta de este paralelismo puede indicar la presencia de una inestabilidad escafolunar (Schimmerl-Metz y cols 1999⁷⁹).

SIGNOS RADIOLÓGICOS DE INESTABILIDAD ESCAFOLUNAR EN RADIOGRAFÍA LATERAL:

Aumento del ángulo escafolunar: En la inestabilidad escafolunar, el escafoides se flexiona y el semilunar se extiende, aumentando el ángulo escafolunar en la radiografía lateral. Este ángulo tiene un rango normal entre 30 y 60°, siendo su media de 46°. Por encima de los 70°, se considera que existe una inestabilidad escafolunar (Linscheid y cols 1972⁴⁹).

El mejor método para calcular el eje de cada hueso en la radiografía lateral es, en el escafoides una línea tangencial que una sus dos convexidades palmares y en el semilunar una línea perpendicular a otra que una sus dos cuernos distales (fig. 25).



FIGURA 25. Cálculo del ángulo escafolunar. Se realiza calculando el ángulo entre el eje de escafoides (línea tangencial a las dos convexidades palmares del hueso) y el eje del semilunar (perpendicular a una línea que una los dos cuernos del hueso).

Aumento del ángulo radiolunar: Al extenderse el semilunar, el ángulo que existe entre él y el eje del radio también se extiende. Se considera patológico por encima de 15°

RADIOGRAFÍAS EN ESTRÉS O DINÁMICAS:

En muchos casos, dolores crónicos de muñeca que son inestabilidades escafolunares dinámicas, no se pueden diagnosticar mediante radiografía estándar, sino que requieren la realización de radiografías bajo estrés.

Las radiografías dinámicas más extendidas de muñeca son la anteroposterior con la muñeca en desviación ulnar y radial forzada y la radiografía anteroposterior con el puño cerrado y apretándolo, con lo que se aplica carga a la muñeca (Green 2005³⁴).

Mediante la desviación forzada ulnar, se tensa la articulación escafolunar y se pone de manifiesto cualquier diástasis. Mediante la radiografía con el puño cerrado se realiza carga sobre el hueso grande, que se desplaza proximalmente sobre la articulación escafolunar, abriéndola si existe una alteración del ligamento (fig. 26).

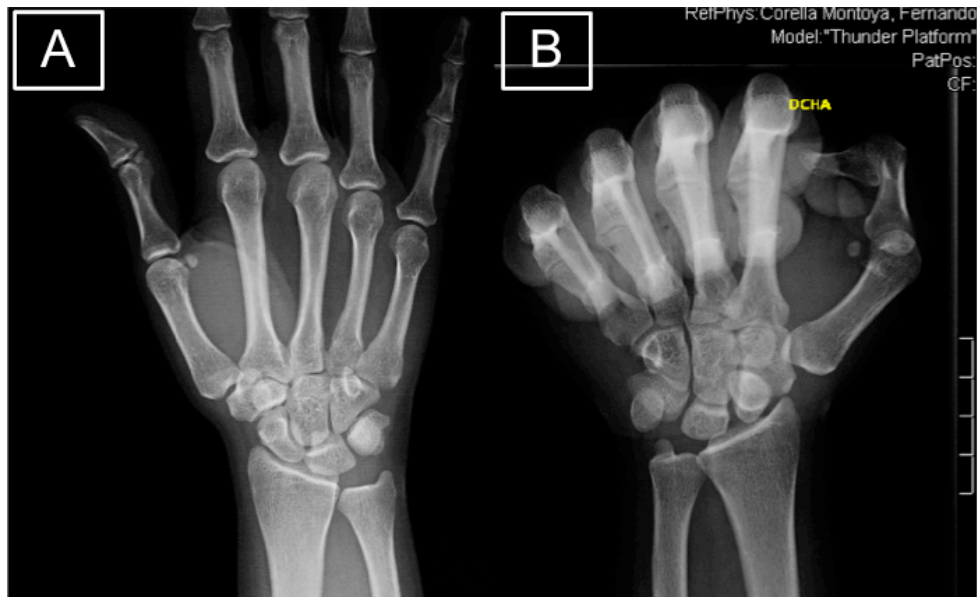


FIGURA 26. A: radiografía de muñeca derecha postero-anterior. B: radiografía en supinación puño cerrado, del mismo paciente en la que se observa el signo del anillo y la diástasis escafolunar. Inestabilidad dinámica.

En el año 2005 Ozcelik evaluaron la fiabilidad de las radiografías en estrés realizadas forzando la flexión dorsal y palmar, en pacientes con dolor crónico de muñeca postraumático (Ozcelik y cols 2005⁸²).

El estudio se realizó en 22 pacientes y los resultados de las radiografías bajo estrés se compararon con los resultados obtenidos con las radiografías estándar y con el "scaphoid shift test de Watson"

En 4 de los 22 pacientes se diagnosticó una inestabilidad escafolunar estática, de los que 3 tenían un test Watson positivo. Lo más llamativo del estudio, fue que encontraron 18 pacientes con inestabilidad dinámica escafolunar, en los que las radiografías estándar eran normales, pero que tenían una diástasis escafolunar mayor de 3 mm en las radiografías bajo estrés en flexión dorsal forzada. De todos ellos, sólo 11 mostraron un test de Watson positivo y ninguno mostró un aumento del espacio escafolunar mayor de 3mm en la muñeca contralateral (ni en las radiografías normales ni en las radiografías bajo estrés).

Este estudio demostró que la inestabilidad estática podría comprender menos del 20% de todas las inestabilidades de la muñeca y que dolores crónicos de la muñeca pueden ser causados habitualmente por inestabilidades dinámicas.

Schernberg también ha comunicado la necesidad de realizar radiografías de estrés para alcanzar el diagnóstico en 18 de 27 muñecas dolorosas y describe como la fiabilidad de las radiografías en estrés sólo depende de la integridad de las uniones ligamentosas y no de la laxitud de los pacientes (Schernberg 1990⁸³ , Schernberg 1990⁸⁴).

ERRORES EN LA VALORACIÓN RADIOLÓGICA DEL ESPACIO ESCAFOLUNAR

Se han descrito posibles fallos que existen en el estudio radiográfico del espacio escafolunar en muñecas que realmente tengan una inestabilidad y un aumento del espacio escafolunar (Short y cols 2002⁵²).

El estudio se realizó mediante TAC, en cadáveres en los que se seccionó el ligamento escafolunar y dos estabilizadores secundarios (el radio-escafo-hueso grande y el escafo-trapecio-trapezoideo).

En primer lugar, se observa como en la vista axial de la muñeca el espacio está claramente aumentado con una distancia de 3,8 mm y el escafoides subluxado sobre el dorso del radio cuando la muñeca está en una posición neutra (al realizar un movimiento desde la flexión a la extensión).

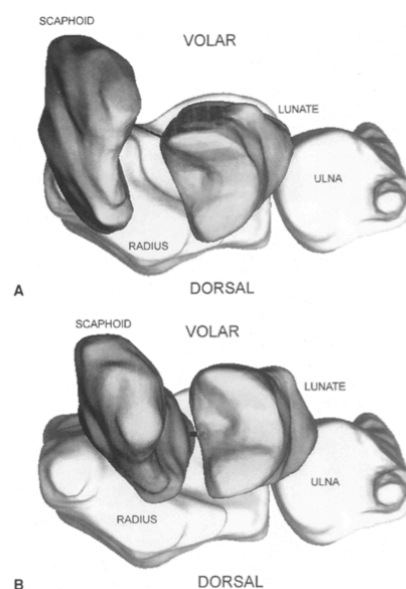


FIGURA 27. En el mismo especimen con todos los ligamentos seccionados es evidente el aumento del espacio escafolunar y la subluxación dorsal A, pero al realizar un movimiento desde la extensión a la flexión, cuando esta alcanza los 20º de extensión el escafoides se ha reducido y el gap y la subluxación desaparecen B. Imagen tomada de (Short y cols 2002⁵²).

Pero la subluxación y el consecuente espacio que se genera, pueden desaparecer si el estudio se hace cuando la muñeca se coloca en 20° de extensión al realizar un movimiento desde la extensión máxima hacia la flexión, ya que el escafoides salta y se reduce sobre la fosa escafoidea, quedando una distancia de 1 mm entre los huesos (fig. 27).

El segundo posible error, es el lugar de medida de la distancia escafolunar, ya que muchas veces parte del escafoides o del semilunar pueden “tapar” este espacio y dar la sensación de ser menor que el real.

En la imagen de reconstrucción del TAC que simula una radiografía anteroposterior se ve como el espacio escafolunar es el representado por la letra “X” y es de 3,8 mm, mientras que si se mide en la visión axial la diástasis escafolunar es la representada por la letra “Y”. Por lo que una radiografía AP puede minimizar fácilmente la diástasis escafolunar real (fig.28).

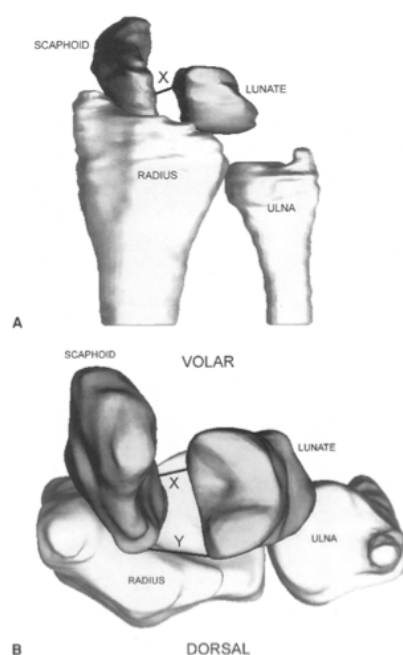


FIGURA 28. La distancia “X” es la que se apreciaría en una radiografía anteroposterior de muñeca, sin embargo la diástasis real es la representada por la letra “Y”. Por lo que una radiografía AP puede minimizar fácilmente la diástasis escafolunar real. Imagen tomada de (Short y cols 2002⁵⁹).

Por último, la posición en la que se realiza la radiografía también condiciona la medida del espacio.

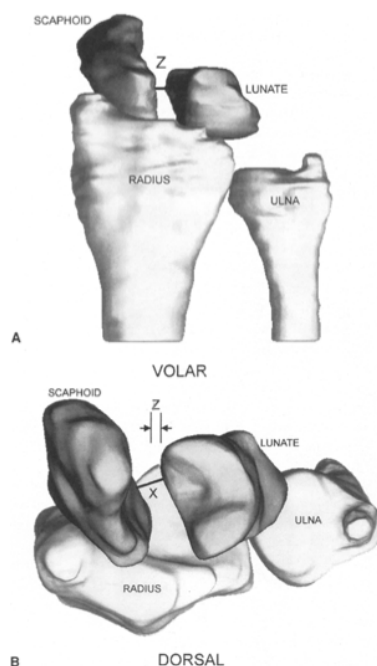


FIGURA 29. Con 10° de rotación la distancia escafolunar apreciable en la radiografía sería la "Z". Imagen tomada de (Short y cols 2002⁵⁹).

Una pequeña rotación del antebrazo podría condicionar una medida por debajo de la real. Así con una rotación de 10° del brazo la distancia escafolunar medida en la radiografía sería de 2,4 mm, representada por la letra "Z", mientras que la distancia mínima real sería de 3,8 mm representada por la letra "X" (que ya hemos visto como también está infravalorada frente a la diástasis real "Y") (fig. 29)

RESONANCIA MAGNÉTICA:

La resonancia magnética no es tan útil para el diagnóstico radiológico de las lesiones del ligamento escafolunar como cabría de esperar o como lo es en otras articulaciones. La compleja anatomía de los ligamentos intercarpianos hace que su interpretación sea difícil (Daunt 2002⁸⁵).

En el estudio de Abe y cols del año 2006, se presenta una serie de 11 muñecas con dolor radial, en los que todos los estudios de imagen fueron normales, incluida la RMN y al realizar una artroscopia se diagnosticaron lesiones del ligamento escafolunar parciales y completas. Es decir, las pruebas de imagen muchas veces no son capaces de diagnosticar lesiones ligamentosas (Abe y cols 2006⁸⁶).

Sobre este tema, diversos artículos han estudiado la sensibilidad y especificidad de la resonancia magnética, entendiendo como el “patrón oro” los hallazgos que aparecen al realizar la artroscopia de muñeca.

Schädel-Hopfner (Schadel-Hopfner y cols 2001⁸⁷) sobre 103 pacientes vieron que existía una sensibilidad del 63% y una especificidad del 86%.

Morley (Morley y cols 2001⁸⁸), sobre 54 pacientes obtiene una sensibilidad de la RMN mucho más baja, sólo del 11%.

Hobby en el año 2001 realiza una revisión sistemática sobre todos los estudios con RMN para el diagnóstico de las lesiones ligamentosas carpianas (Hobby y cols 2001⁸⁹). Concluye que la resonancia magnética es un método altamente específico para las lesiones ligamentosas carpianas, pero con una sensibilidad muy baja. Usando técnicas estándar, la RMN no es capaz de excluir la existencia de lesiones ligamentosas, aunque la sensibilidad se puede mejorar mediante el uso de T2 de alta resolución.

1.3.6 CLASIFICACIONES GENERALES

Existen dos clasificaciones muy completas y similares para la inestabilidad escafolunar, la realizada por García-Elías en el año 2006 (Garcia-Elías y cols 2006⁹⁰) y la realizada por Kuo en el año 2008 (Kuo y Wolfe 2008⁹¹). Las dos explican el espectro progresivo de la inestabilidad escafolunar.

CLASIFICACIÓN GARCÍA-ELÍAS 2006

Para García-Elías y cols aparte de la edad, el estado de salud y las actividades de un paciente, es fundamental conocer el estado de cinco factores pronósticos para poder clasificar y graduar el tipo de inestabilidad en un paciente. Para ello, realizan cinco preguntas.

1. ¿Esta indemne la porción dorsal del ligamento escafolunar?
2. ¿Si la porción dorsal del ligamento escafolunar esta lesionada, puede ser reparada con un buen potencial curativo?

3. ¿Se encuentra el escafoides alineado normalmente con un ángulo radioescafoideo de 45 ° o menos, lo que indica una cápsula y ligamentos STT normales?
4. ¿Es fácilmente reductible la mala alineación carpiana?
5. ¿Está normal el cartílago en las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana?

Al contestar estas preguntas “sí” o “no”, se obtienen seis grupos distintos de pacientes, que corresponden a las distintas etapas de la inestabilidad. Cuando el número de respuestas “no” aumenta, indica una progresión de la gravedad y o cronicidad de la inestabilidad (tabla 3).

Table 1. Staging of Scapholunate Dissociations						
SLD Stage	1	2	3	4	5	6
Is there a partial rupture with a normal dorsal SL ligament?	Yes	No	No	No	No	No
If ruptured, can the dorsal SL ligament be repaired?	Yes	Yes	No	No	No	No
Is the scaphoid normally aligned (radioscaphoid angle $\leq 45^\circ$)?	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Is the carpal malalignment easily reducible?	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Are the cartilages at both RC and MC joints normal?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No

TABLA 3. Clasificación de García-Elías. Imagen tomada de (Garcia-Elías y cols 2006⁹⁰)

Estadio I: lesión parcial del ligamento escafolunar:

El complejo ligamentoso escafolunar se rompe sólo parcialmente. La alineación de la muñeca no se altera, pero hay dolor como resultado de un cizallamiento articular causado por el aumento de movimiento del escafoides. Este estadio, por lo general se diagnostica mediante artroscopia y los pacientes mantienen intacta la porción dorsal del ligamento. No existe un aumento del espacio escafolunar independientemente de la carga o posición de la muñeca. Por eso se define como inestabilidad predinámica.

Estadio II: lesión completa del ligamento escafolunar con la porción dorsal reparable.

Se caracteriza por la rotura completa del ligamento, pero con una porción dorsal que todavía puede ser reparada, debido a un buen potencial de curación. Los huesos del carpo están bien alineados, no existe degeneración del cartílago, la cápsula y ligamentos escafo-trapecio-trapezoideos están intactos.

Estadio III: lesión completa lesión del ligamento escafolunar con la porción dorsal reparable y con un escafoides normoalineado.

Se caracteriza por la presencia de una rotura completa del ligamento, sin posibilidad de reparación. No existe mala alineación porque el escafoides se mantiene en su posición por la acción de la cápsula y ligamentos escafo-trapecio-trapezoideos, mientras que el semilunar lo hace por la acción del ligamento intercarpiano dorsal y el radiolunar corto.

Estadio IV: Lesión completa del ligamento escafolunar con una subluxación no reparable pero reductible del escafoides

Se caracteriza por la pérdida completa de la relación escafolunar, con una rotura de la inserción del ligamento intercarpiano dorsal en el semilunar, un estiramiento del ligamento radiolunar corto y una insuficiencia de los estabilizadores distales del escafoides (cápsula y ligamentos escafo-trapecio-trapezoideos, ligamentos escafo-hueso grande y radioescafo-hueso grande). El escafoides tiene una subluxación rotatoria. Para ser incluido en este grupo, la mala alineación debe ser reducible fácilmente de forma intraoperatoria y no existir daño del cartílago.

Estadio V: lesión completa del ligamento escafolunar con una subluxación no reparable ni reductible del escafoides pero con el cartílago normal

Se caracteriza por una mala alineación de larga duración secundaria a la rotura o insuficiencia de los distintos estabilizadores. Esta mala alineación se hace fija, lo que hace difícil su reducción. Sin embargo, no muestra alteración del cartílago.

Estadio VI: Lesión completa del ligamento escafolunar con una mala alineación irreducible y con degeneración del cartílago

Se caracteriza por una muñeca con una función alterada de forma crónica y con degeneración del cartílago que sigue un patrón específico de muñeca SLAC.

CLASIFICACIÓN KUO 2008

Se trata de una clasificación diferente de la de García-Elias en el número de categorías, pero son conceptualmente similares (tabla 4).

Tiene dos puntos de diferencia fundamentales, el primero es que en la clasificación de Kuo, todas las deformidades en DISI se clasifican en un mismo grupo, mientras que la de García-Elías las separa en dos grupos (reducibles y fijas).

TABLE 1. Stages of Scapholunate Instability⁸¹

	Stage				
	I. Occult	II. Dynamic	III. Scapholunate Dissociation	IV. DISI	V. SLAC
Injured ligaments	Partial SLIL	Incompetent or complete SLIL; partial volar extrinsics	Complete SLIL, volar or dorsal extrinsics	Complete SLIL volar extrinsics; secondary changes in RL, ST, DIC ligaments	As in stage IV
X-rays	Normal	Usually normal	SL gap ≥ 3 mm; RS angle $\geq 60^\circ$	SL angle $\geq 70^\circ$ SL gap ≥ 3 mm RL $\geq 15^\circ$ CL $\geq 15^\circ$	I. Styloid DJD II. RS DJD III. CL DJD IV. Pancarpal DJD
Stress x-rays	Normal; abnormal fluoroscopy	Abnormal	Grossly abnormal	Unnecessary	Unnecessary
Treatment	Pinning or capsulodesis	SLIL repair with capsulodesis	SLIL repair with capsulodesis vs. triligament reconstruction	Reducible: triligament reconstruction Fixed: intercarpal fusion	Intercarpal fusion or proximal row carpectomy

CL, capitulum; DJD, degenerative joint disease; RL, radiolunate; RS, radioscapoid; SL, scapholunate; ST, scaphotrapezoid.

TABLA 4. Clasificación inestabilidad escafolunar. Imagen tomada de (Kuo y Wolfe 2008⁹¹).

El segundo punto de diferencia es que se introduce un concepto clave para los autores, que es diferenciar los dos planos en los que puede ocurrir la deformidad, ya que puede ser tanto en el plano coronal como en el sagital. Así, una aumento del espacio escafolunar indica inestabilidad en el plano coronal y se tratan mejor mediante la reparación o reconstrucción del ligamento escafolunar. Mientras que la subluxación rotatoria representa la inestabilidad en el plano sagital, como resultado de la lesión de los estabilizadores secundarios y se resuelve mejor con la adicción de una capsulodesis dorsal.

1.3.7 CLASIFICACIONES ARTROSCÓPICAS

Existen tres clasificaciones artroscópicas para la inestabilidad escafolunar (Dreant y Dautel 2003⁹², Dreant y cols 2009⁹³, Geissler y cols 1996⁹⁴). La más extendida y usada

es la realizada por Geissler, pero las dos siguientes son más recientes y deben conocerse.

CLASIFICACIÓN DE GEISLER 1996

Basándose en el estudio de sesenta pacientes con fracturas intraarticulares de radio distal tratados mediante reducción cerrada y fijación interna con control artroscópico y fluoroscópico. Demuestra como la lesión del ligamento escafolunar es frecuente (19/60) y desarrolla una clasificación artroscópica, con cuatro grados, para estas lesiones ligamentosas.

Lesión grado I: atenuación o hemorragia del ligamento interóseo que se ve desde el espacio radiocarpiano. El aspecto normal liso y cóncavo del ligamento entre los huesos carpianos se pierde y se convierte en convexo. No existe incongruencia entre los huesos en el espacio mediocarpiano.

Lesión grado II: atenuación o hemorragia del ligamento interóseo también se ve desde el espacio radiocarpiano. Sin embargo, existe una incongruencia entre los huesos del carpo a nivel de la articulación mediocarpiana, pero el espacio es menor que la anchura del palpador.

Lesión grado III: existe una separación e incongruencia entre los huesos del carpo, tanto en el espacio radiocarpiano como en el mediocarpiano. El palpador puede pasar entre los dos huesos, pero no la óptica de artroscopia de 2,7 mm.

Lesión grado IV: la separación entre los huesos del carpo es mayor e incluso puede pasar un artroscopio de 2,7 mm.

CLASIFICACIÓN DREANT 2003

En el año 2003 una nueva clasificación artroscópica de la inestabilidad escafolunar, introduce una prueba dinámica para estudiar la articulación escafolunar (Dreant y Dautel 2003⁹²).

Revisan setenta pacientes con inestabilidad escafolunar diagnosticada artroscópicamente. De ellos, 21 tenían una inestabilidades estáticas, 19 una inestabilidades dinámica y 30 una inestabilidad predinámica.

El estudio artroscópico fue sistematizado en todos los pacientes. En primer lugar se valoraba, mediante visualización y palpación, el espacio y el ligamento escafolunar desde la articulación radiocarpiana. Posteriormente, se realizaba el procedimiento desde la articulación mediocarpiana y se realiza la maniobra dinámica con el palpador, retirando toda la tracción de la torre.

La clasificación artroscópica que proponen los autores es la siguiente:

Estadio 0: es imposible meter la punta del gancho entre el escafoides y el semilunar.

Estadio 1: es posible meter la punta del gancho entre el escafoides y el semilunar.

Estadio 2: es posible crear una diástasis escafolunar mediante un movimiento de torsión del gancho.

Estadio 3: el artroscopio de 2,7 mm pasa entre el escafoides y el semilunar desde el espacio mediocarpiano al espacio radiocarpiano.

Un punto muy importante de este trabajo es que correlacionan el tipo de inestabilidad radiológica con el tipo de inestabilidad artroscópica. Así, todos los pacientes con un estadio 1 tenían una inestabilidad predinámica. Los pacientes con un estadio 2 tenían una inestabilidad predinámica en el 61% de los casos, una inestabilidad dinámica en el 33% y una inestabilidad estática en el 6% de los casos. Por último, los pacientes con una estadio 3, presentaban una inestabilidad dinámica en el 22% y una inestabilidad estática en el 78% de los casos.

CLASIFICACIÓN EWAS (EUROPEAN WRIST ARTHROSCOPY SOCIETY) 2009

La EWAS en el año 2009 ha publicado un artículo en el que se hace un estudio prospectivo, multicéntrico comparando las clasificaciones artroscópicas de la inestabilidad escafolunar de Geissler y de Dautel (Dreant y cols 2009⁹³).

Los autores concluyen que ninguna de las dos clasificaciones es ideal, por lo que proponen una clasificación nueva que incorpora varios puntos recogidos en el estudio.

La clasificación que proponen consta de tres estadios, que son los mismos que los de la clasificación de Dautel, asignándolos tras la realización de la prueba dinámica mediocarpiana y se define estadio o si no hay inestabilidad.

Las letras A, B, C, D y E se añaden para proporcionar información sobre el estado de la lesión del ligamento escafolunar visto desde la articulación radiocarpiana:

- A: lesión de la porción central del ligamento escafolunar.
- B: lesión de la porción anterior del ligamento escafolunar.
- C: lesión de la porción posterior del ligamento escafolunar.
- D: rotura completa del ligamento escafolunar.
- E: ligamento en continuidad, pero es muy laxo.

No se tiene en cuenta la presencia o ausencia de artrosis en esta clasificación de forma específica, pero se recomienda valorar su grado según la clasificación de Outerbridge, su topografía y extensión.

También consideran esencial para la planificación del tratamiento, el tiempo desde el traumatismo, la edad del paciente y el estrés al que está sometida habitualmente la muñeca.

1.3.8 TRATAMIENTO MEDIANTE CIRUGÍA ABIERTA

CAPSULODESIS DORSALES

Para evitar la tendencia a la pronación y la flexión que ocurre en la inestabilidad escafolunar, se han recomendado varias capsulodesis dorsales.

La primera, original y más popular es la descrita por Blatt. Consiste en un colgajo de pedículo proximal de la cápsula dorsal de la muñeca. Se realiza un orificio en la cortical dorsal del polo distal escafoides, distal al punto medio de rotación del escafoides. Se

introduce el colgajo capsular por el orificio y se fija mediante una técnica de “pull out”, desrotando así el escafoides (Nathan y Blatt 2000⁹⁵) (fig. 30).

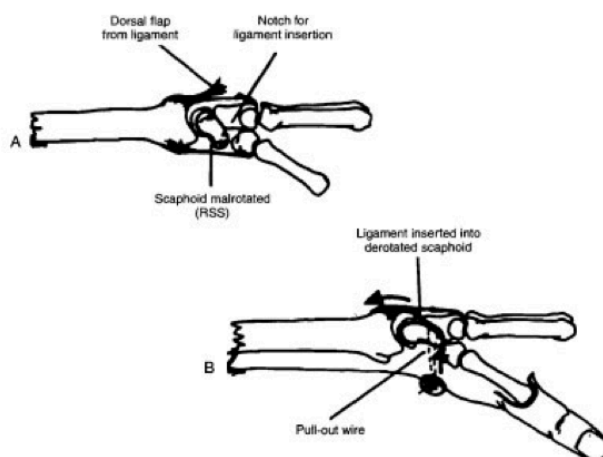


FIGURA 30. Capsulodesis dorsal según la técnica de Nathan y Blatt. Imagen tomada de (Nathan y Blatt 2000⁹⁵).

Desde esta primera capsulodesis se han publicado diversas modificaciones.

Linscheid y Dobyns utilizan la mitad del ligamento intercarpio dorsal, lo liberan del piramidal y del semilunar, dejando únicamente su unión al escafoides, lo voltean y lo unen al dorso del radio, donde se ancla (Linscheid y Dobyns 1992⁹⁶)

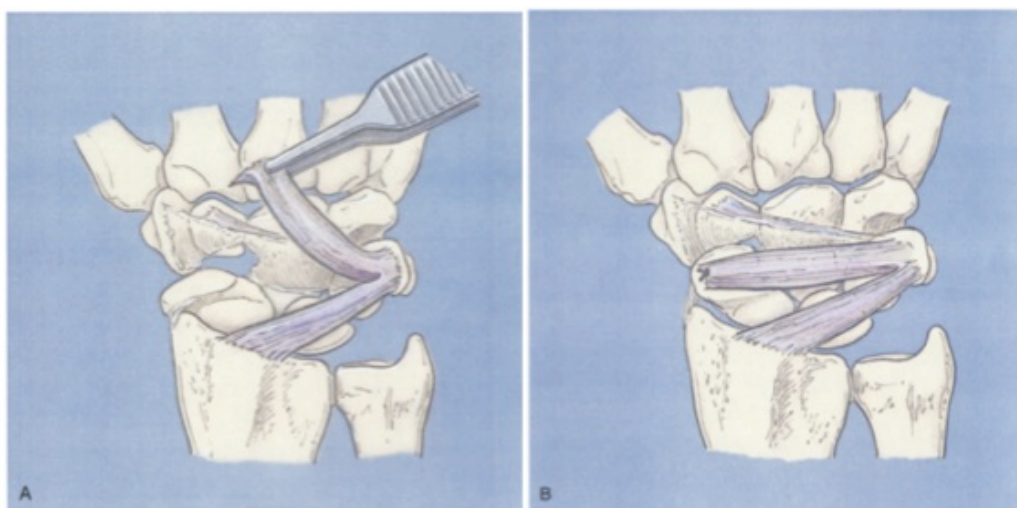


FIGURA 31. Capsulodesis dorsal según la técnica de Slater y Szabo. Imagen tomada de (Szabo y cols 2002⁹⁷)

Slater (Slater y cols 1999⁹⁸) y Szabo (Szabo y cols 2002⁹⁷) describieron otra variación (el primero el estudio en cadáver y el segundo los resultados clínicos) que consistía en

liberar un colgajo del ligamento intercarpiano dorsal de su inserción en el trapecio y trapezoide, girarlo proximalmente y fijarlo al polo distal del escafoides con un anclaje (fig. 31).

Gajendran (Gajendran y cols 2007⁹⁹) posteriormente presentó los resultados a largo plazo de esta técnica, observando que no evitaba el deterioro radiológico y el desarrollo de artrosis con el tiempo. Sin embargo, el nivel de funcionalidad y satisfacción de los pacientes sí se mantuvieron relativamente altos (58% de los pacientes). Es decir, existe una falta de correlación entre los hallazgos radiográficos, el desarrollo de la artrosis y los resultados funcionales y satisfacción del paciente.

En el año 2009, en un estudio biomecánico en cadáver, se pone en duda la utilidad biomecánica de la capsulodesis dorsal. Se comprueba como sólo tras unos ciclos de movimiento de la muñeca, hay un aumento de la flexión del escafoides y extensión del semilunar. Concluye que esta técnica sólo estabiliza en el postoperatorio inmediato, lo que viene a explicar el empeoramiento radiológico a largo plazo (Short y cols 2009¹⁰⁰).

Moran en el año 2006 presenta un estudio comparativo entre la capsulodesis dorsal y la reconstrucción tendinosa según la técnica de Brunelli, sin encontrar diferencias entre estas dos técnicas quirúrgicas (Moran y cols 2006¹⁰¹)

RECONSTRUCCIONES HUESO-LIGAMENTO-HUESO

Hueso-ligamento-hueso del tarso

Existen varias descripciones de injertos hueso-ligamento-hueso "a distancia" para la reconstrucción de ligamento escafolunar.

Svoboda ha publicado las propiedades biomecánicas de 3 tipos de autoinjertos del pie. El análisis indicó que los valores de rigidez para los ligamento tarso-metatarsianos eran similares al ligamento escafolunar, sin embargo, los valores de resistencia de los 3 fueron significativamente menores (Svoboda y cols 1995¹⁰²).

Davis publicó posteriormente el autoinjerto del pie cuyas propiedades biomecánicas se parecían más al escafolunar (porción dorso-medial del ligamento cuneiforme-escafoideo) aunque se comprobó que era más débil que él (Davis y cols 1998¹⁰³).

Injerto de retináculo dorsal:

Weiss describió por primera vez un injerto Hueso-Ligamento-Hueso del dorso de la mano (Weiss 1998¹⁰⁴), que se obtenía cerca de tubérculo de Lister (base del tercer compartimiento extensor). En su serie clínica de 14 pacientes, el rango de movimiento se disminuyó, pero aumentó la fuerza y la satisfacción de los pacientes.

Tras la reconstrucción ligamentosa el intervalo escafolunar se inmoviliza con agujas de kirschner durante 8 semanas.

Un análisis biomecánico posterior realizado por Shin, demostró que este tipo de autoinjerto también era más débil que el escafolunar (Shin y cols 1998¹⁰⁵).

Hueso-ligamento-hueso de la articulación Carpo-Metacarpiana.

Se ha usado de la base del segundo metacarpiano con el trapecio y del tercer metacarpiano con el grande. Una ventaja es que también proporciona la reconstrucción de la superficie cartilaginosa del intervalo escafolunar.

Los estudios biomecánicos han demostrado que estos dos ligamentos tienen una rigidez y fuerza similar al escafolunar (Harvey y cols 1999¹⁰⁶).

Las dos principales complicaciones descritas son, la movilización del injerto de su anclaje en el semilunar y el estiramiento del injerto con aumento del espacio escafolunar, pero sin pérdida del ángulo escafolunar (Harvey y cols 2007¹⁰⁷).

Injerto Vascularizado carpo-metacarpiano

En un intento por evitar estas dos complicaciones, Harvey ha descrito la realización de un injerto vascularizado de la base del tercer metacarpiano con el hueso grande, basado en la arteria intermetacarpiana.

El injerto se fija e inmoviliza con agujas de kirschner durante 8 semanas (Harvey y cols 2006¹⁰⁸).

RECONSTRUCCIONES TENDINOSAS

La primera descripción de este tipo de reconstrucción es la realizada por Dobyns y Linscheid en 1975. Esta técnica consiste en pasar un tendón a través de unos túneles oblicuos en el escafoides y el semilunar (Linscheid y cols 1972⁴⁹).

Posteriormente, Almquist describe una técnica de reconstrucción de cuatro ligamentos interóseos. Esta técnica utiliza el extensor radial corto del carpo y lo pasa a través del hueso grande, escafoides, semilunar y radio.

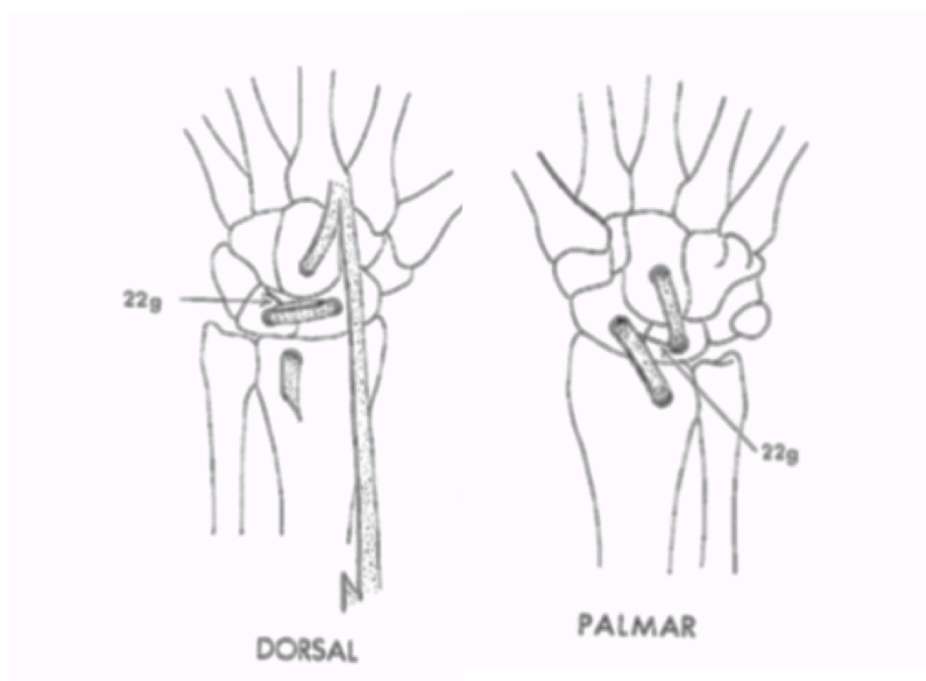


FIGURA 32. Tenodesis descrita por Almquist con extensor radial del carpo. Imagen tomada de (Almquist y cols 1991¹⁰⁹).

En su primera serie de 36 pacientes, 86% se reincorporaron a su actividad laboral con una fuerza de prensión del 73% respecto al lado sano. El espacio escafolunar postoperatorio fue de 3,3 mm en comparación con los 10 mm preoperatorios. En ningún paciente aparecieron cambios degenerativos en los 4 años de seguimiento (Almquist y cols 1991¹⁰⁹) (fig. 32).

Brunelli en el año 1991 (Brunelli y Brunelli 1995¹¹⁰) describe otra variación de reconstrucción tendinosa en la que usa un hemitendón del flexor radial del carpo, la pasa por un túnel en el escafoides desde su tubérculo hasta la porción dorsal del

escafoides, se sutura a los restos del escafolunar y se ancla al radio distal (fig. 33). Los resultados fueron buenos en los 11 pacientes a los que se realizó.

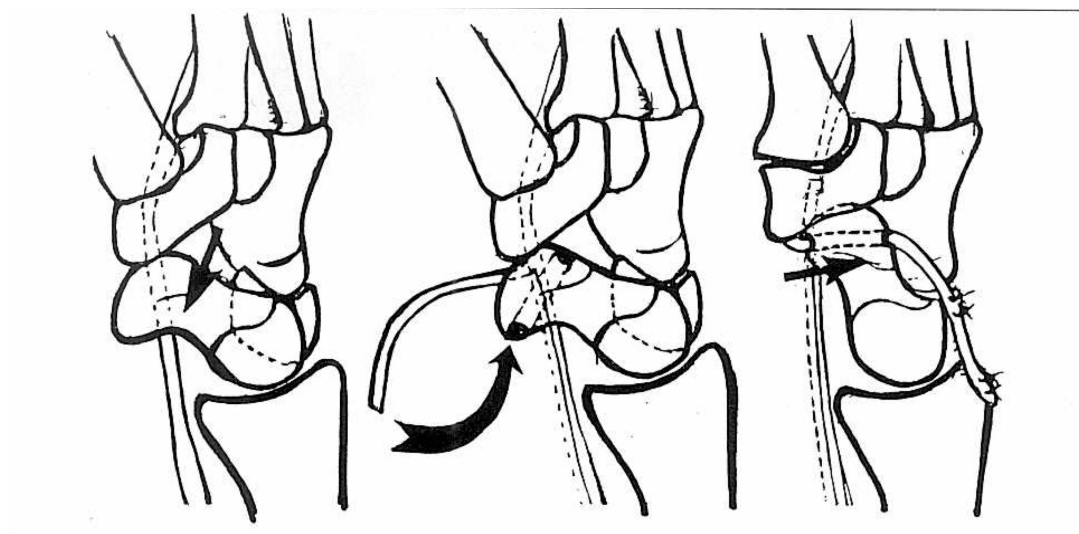


FIGURA 33. Tenodesis descrita por Brunelli. Imagen tomada de (Brunelli y Brunelli 1995¹¹⁰).

Esta técnica fue posteriormente modificada por Van Den Abbeele (Van Den Abbeele y cols 1998¹¹¹) quien sugirió no cruzar la articulación radiocarpiana, sino utilizar el ligamento radiocarpiano dorsal como punto de anclaje sólido para el injerto del tendón. De los 22 pacientes estudiados, 17 tuvieron una mejoría de dolor, con mejoría en la fuerza de prensión, pero el rango de movilidad de flexo-extensión se disminuyó respecto al preoperatorio.

García Elias en el año 2006 describió una reconstrucción tendinosa denominada "triple tenodesis" y que es hoy en día una de las técnicas de reconstrucción más aceptada y usada (Garcia-Elias y cols 2006⁹⁰).

Se utiliza un hemitendón del flexor radial del carpo para conseguir tres objetivos: reconstruir los estabilizadores volares del escafoides, reconstruir la porción dorsal del ligamento escafolunar y reducir la traslación ulnar del semilunar. Debido a que la plastia reconstruyen tres ligamentos (escafo-trapecio-trapezoideo, escafolunar dorsal y radio-piramidal) se ha denominado triple tenodesis (fig.34).

La reconstrucción se estabiliza con agujas de kirschner, que se retiran a las 8 semanas y se usa una férula protectora durante 6 semanas más.

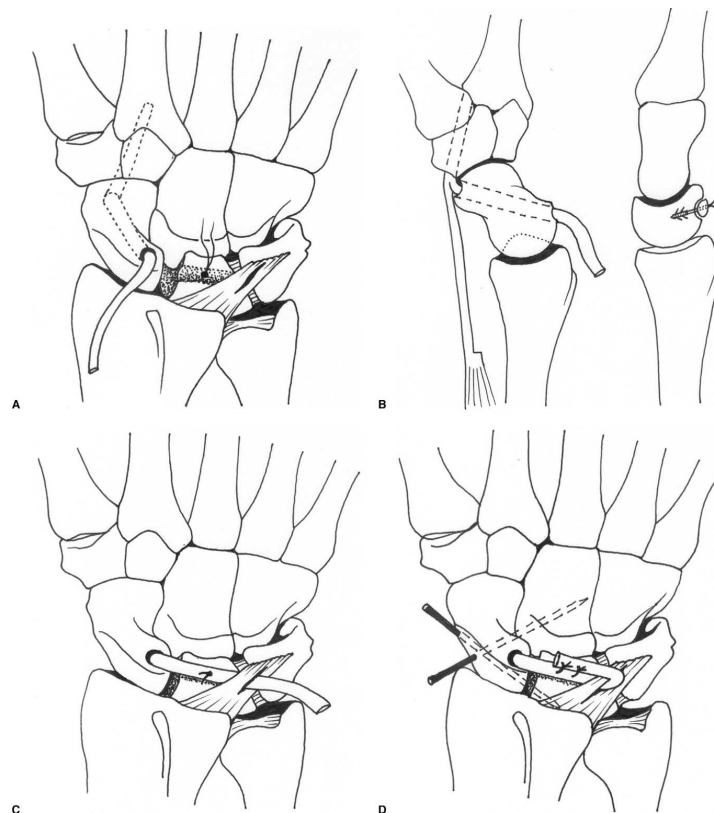


FIGURA 34. Técnica quirúrgica de la Triple Tenodesis. Imagen tomada de (García-Eliás y cols 2006⁹⁰).

En el año 2005 Talwakar presenta una serie de 162 a los q se les ha realizado la triple tenodesis (Talwakar y cols 2006¹¹²), 72 de ellos tenían una inestabilidad escafolunar dinámica y 45 estática. Hubo una mejoría del dolor, pero una pérdida en el arco de movilidad de flexión del 31% y del 20% de extensión. La disminución de la fuerza de prensión se redujo en un 20% respecto al lado sano. No se encontraron diferencias entre la inestabilidad estática y dinámica. El 79% de los pacientes estaban satisfechos con la cirugía.

Chavas en el 2008 (Chabas y cols 2008¹¹³) presenta un estudio retrospectivo sobre 19 pacientes. Tras la triple tenodesis, 15 pacientes no tenían dolor o era leve, con una media de puntuación de la escala visual analógica de 3 sobre 10. El rango de movimiento de la muñeca fue del 75% en extensión, 73% en flexión, 68% en desviación radial y el 86% en desviación ulnar respecto a la muñeca no afecta. En las radiografías, la distancia escafolunar mejoró de 2,8 mm preoperatorio a 2,4 mm,

también mejoró el ángulo escafolunar de 61 a 53, pero en el seguimiento se perdía aumentaba nuevamente. Los autores concluyen que es buena técnica en la reducción del dolor y fuerza, pero con una disminución importante del rango de movilidad.

Existe un artículo publicado en el año 2008 por Links (Links y cols 2008¹¹⁴) que compara la primera tenodesis descrita por Almquist con la triple tenodesis. Es un estudio de cohorte retrospectivo sobre 23 pacientes tratados con la técnica de Almquist y 21 pacientes tratados posteriormente con la técnica modificada de Brunelli. En el estudio se presenta como el ángulo escafolunar disminuyó en ambos grupos (con una media de 15 grados +/- 5 en el grupo de la técnica de Brunelli modificada y 10 grados +/- 4 en la de Almquist). Tanto el dolor, la valoración funcional según la escala de DASH, el rango de movilidad (86% +/- 7 frente a 60% +/- 12) y la fuerza de prensión fueron mejores en el grupo de pacientes en los que se usó la técnica modificada de Brunelli.

Por tanto, estas nuevas técnicas de reconstrucciones tendinosas han demostrado mejorar los resultados preliminares por varias razones. No sólo reconstruye el ligamento escafolunar, sino que también el componente distal de la inestabilidad rotatoria del escafoide, evitando la flexión excesiva del escafoide. Además, los túneles se colocan en las regiones de los huesos con buena vascularización por lo que es poco probable su necrosis y posible la incorporación del tendón al hueso. Su mayor problema es sin duda la pérdida de movilidad que existe tras la intervención.

1.3.9 DESVENTAJAS DEL TRATAMIENTO ABIERTO

AMPLIA LESIÓN DE PARTES BLANDAS

Como ya hemos visto existen múltiples cirugías reconstructivas abiertas. Todas ellas tienen el denominador común de tener que realizar una vía dorsal para el abordaje del carpo (Linscheid y cols 1972⁴⁹, Garcia-Elias y cols 2006⁹⁰, Nathan y Blatt 2000⁹⁵, Szabo y cols 2002⁹⁷, Slater y cols 1999⁹⁸, Almquist y cols 1991¹⁰⁹, Brunelli y Brunelli 1995¹¹⁰, Van Den Abbeele y cols 1998¹¹¹).

El abordaje dorsal del carpo es uno de los abordajes carpianos más importantes (Tay y Shin 2006¹¹⁵). Da una gran exposición de los huesos del carpo ya que la zona dorsal tiene menor densidad de ligamentos que la volar. Existen fundamentalmente dos ligamentos que están en íntima relación con la cápsula dorsal: el ligamento radiocarpiano dorsal y el ligamento intercarpiano dorsal. Las primeras descripciones sobre abordajes dorsales eran incisiones longitudinales que dividían estos dos ligamentos. Sin embargo, Berger ha descrito un abordaje dorsal que los respeta (Berger 2007¹¹⁶, Berger y Bishop 1997¹¹⁷, Berger y cols 1995¹¹⁸), siendo hoy en día el abordaje más extendido.

DESCRIPCIÓN ABORDAJE DORSAL SEGÚN TÉCNICA DE BERGER

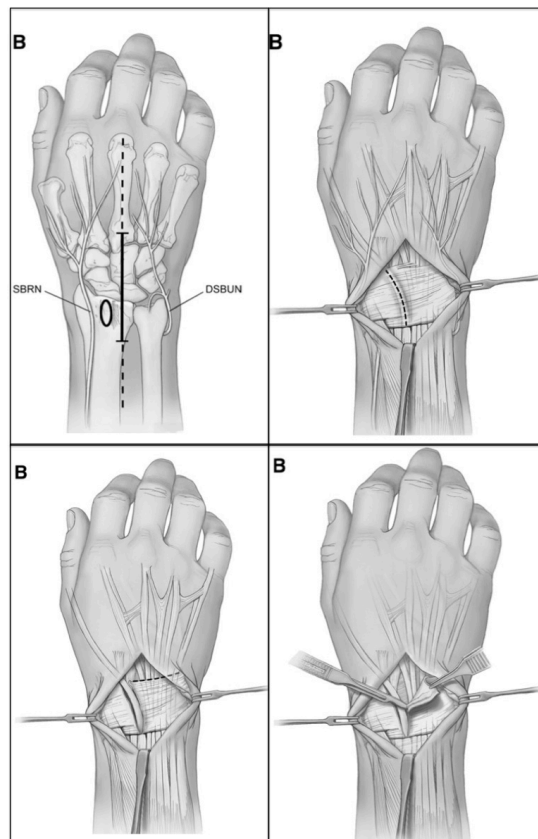


FIGURA 35. Vía dorsal. Imagen tomada de (Tay y Shin 2006¹¹⁵).

La piel y del tejido subcutáneo: Incisión centrada sobre el tercer metacarpiano, con una longitud de entre ocho y diez centímetros (fig. 35).

Retináculo Extensor: Se abre longitudinalmente siguiendo la vaina del extensor largo del primer dedo. Se identifica el límite distal y proximal y se eleva entero, seccionando los tabiques que existen entre los distintos compartimentos extensores.

Cápsula: Se seccionan tanto el ligamento Radiocarpiano dorsal como el intercarpiano en la dirección de sus fibras.

Para realizar esta capsulotomía existen varios puntos de referencia que ha explicado de forma detallada Berger (Berger 2007¹¹⁶) (fig. 36).

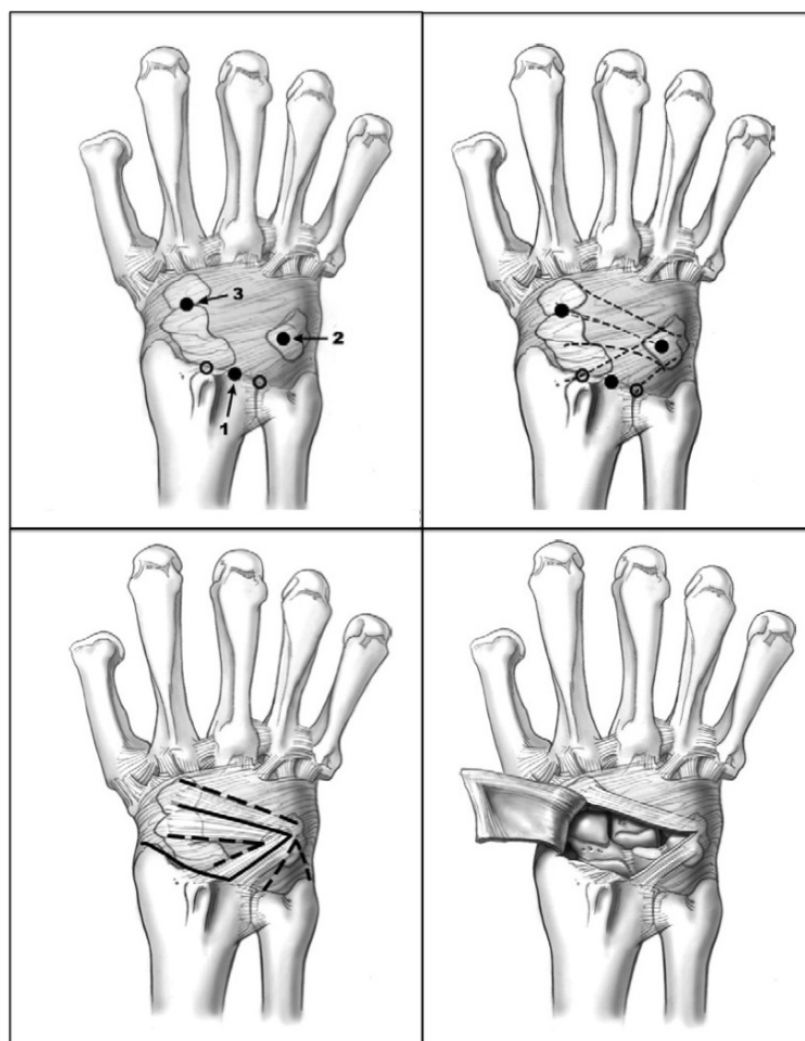


FIGURA 36. Técnica de la capsulotomía de Berger. Imagen tomada de (Berger 2007¹¹⁶).

LESIÓN DE PARTES BLANDAS CON EL ABORDAJE DORSAL

Como hemos visto con el abordaje dorsal se realiza una vía sobre la piel de ocho a diez centímetros, una apertura de la gran mayoría de los compartimentos extensores

(segundo, tercero, cuarto y quinto) y una capsulotomía amplia (fig. 37) La posterior cicatrización de esta exposición, dará lugar a un amplio tejido cicatricial, que puede ser doloroso en sí mismo y cuando menos, limitará la movilidad de la muñeca.

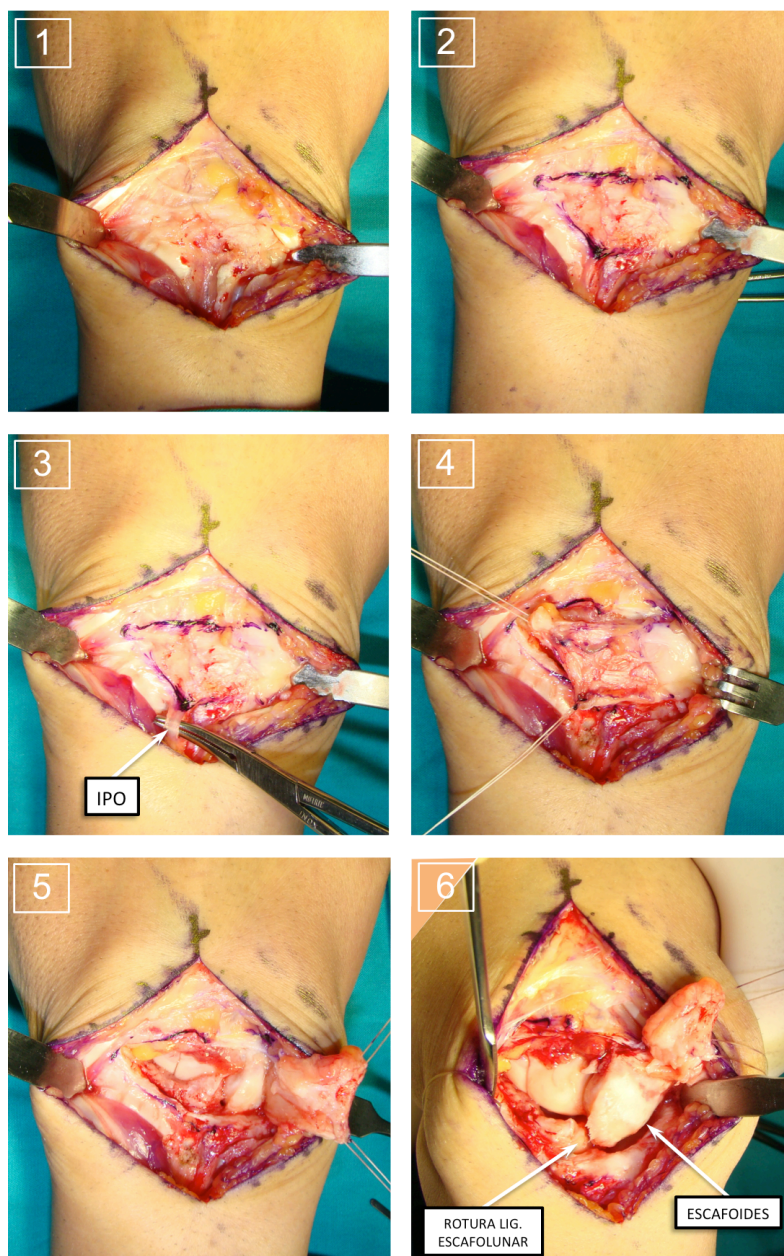


FIGURA 37. Vía dorsal para inestabilidad escafolunar. 1: Exposición cápsula dorsal del carpo. 2: Diseño de capsulotomía según la técnica de Berger. 3: Disección del nervio Interóseo posterior que se secciona al realizar la capsulotomía. 4: Capsulotomía con Nervio interóseo posterior seccionado. 5: Exposición de hueso del carpo. 6: Escafoides desplazado hacia la zona dorsal del radio por la rotura del ligamento escafolunar.

Además durante el abordaje se suelen ligar las venas dorsales (al menos las transversales), lo que puede limitar el retorno venoso y crear más edema y por tanto dolor en el postoperatorio.

También existen estructuras que tienen riesgo de lesionarse durante su realización, como las ramas sensitivas del nervio radial y ulnar y los propios tendones extensores (sobre todo al ir elevando los distintos compartimentos).

LESIÓN DE LOS ESTABILIZADORES SECUNDARIOS CON EL ABORDAJE ABIERTO

Al describir la fisiopatología de la inestabilidad escafolunar, se ha visto como mucho estudios han demostrado la importancia de los estabilizadores secundarios de la articulación escafolunar, sobre todo del ligamento intercarpiano dorsal y radiocarpiano dorsal (Short y cols 2002⁵², Short y cols 2005⁵⁷, Short y cols 2007⁵⁸, Mitsuyasu y cols 2004⁶⁰, Elsaidi y cols 2004⁶¹).

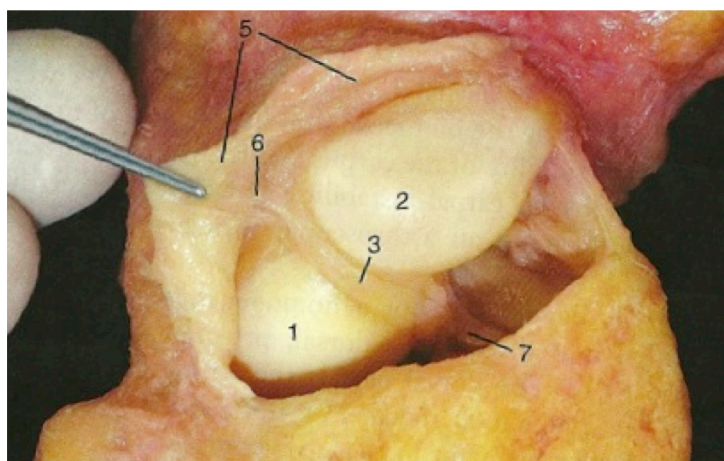


FIGURA 38. Unión de la capsula dorsal al ligamento escafolunar. Imagen tomada de (Slutsky y Nagle 2007¹¹⁹).

Anatómicamente, ambos ligamentos tienen uniones tanto al semilunar como al escafoides (fig. 38) y estas uniones juegan un papel importante en la mecánica escafolunar como ha sido demostrado por Mitsuyasu y Elsaidi (Mitsuyasu y cols 2004⁶⁰, Elsaidi y cols 2004⁶¹).

Mitsuyasu (Mitsuyasu y cols 2004⁶⁰) observa como la posición del escafoides y el espacio escafolunar cambian significativamente, tras la sección tanto del ligamento escafolunar como de la inserción del ligamento intercarpiano dorsal en el escafoides, al aplicar carga y lo compara con una inestabilidad escafolunar dinámica. Posteriormente, tras la sección de la inserción del ligamento intercarpiano dorsal de en el semilunar, observa la aparición de una deformidad en DISI y un aumento

significativo del espacio escafolunar, tanto en carga como en descarga y lo compara con una inestabilidad estática.

Elsaidi (Elsaidi y cols 2004⁶¹), en su estudio muestra como no aparece ninguna alteración del escafoides ni del espacio escafolunar con la sección exclusiva del ligamento escafolunar tanto en carga como en descarga. Pero aparecía una inestabilidad estática tras la sección del intercarpiano dorsal y del radiocarpiano.

Es decir, parece que la sección de la uniones de estos ligamentos con el escafoides y el semilunar hacen que la inestabilidad escafolunar progrese y se haga evidente, llegando incluso a desarrollarse una inestabilidad estática.

Como hemos visto, para realizar la capsulotomía dorsal, se levanta el colgajo capsular seccionando esas uniones del ligamento intercarpiano y radiocarpiano con el semilunar y con el escafoides y aunque las reparemos en el cierre, es probable que esta capsulotomía en si misma pueda tener consecuencias en la mecánica.

LESIÓN DE LA PROPIOCEPCIÓN

Para lograr la estabilidad articular de la muñeca, debe funcionar correctamente los estabilizadores estáticos y dinámicos.

La estabilidad estática está determinada por la congruencia articular y las restricciones ligamentosas de la muñeca, mientras que la estabilidad dinámica está determinada por la propiocepción y la correcta función neuromuscular.

La primera definición del término de propiocepción la realizó Sir Charles Scott Sherrington en 1906 como la sensibilidad que surge de las zonas profundas del cuerpo, que contribuyen a las sensaciones conscientes, de postura, equilibrio y a la estabilidad articular (Burke 2007¹²⁰). Desde entonces, muchos estudios y avances se han realizado en el conocimiento de la propiocepción. Hoy en día para referirse y estudiar exclusivamente la estabilidad articular, se utiliza el término de sistema sensorialmotor (Riemann y Lephart 2002¹²¹, Riemann y Lephart 2002¹²²).

Este sistema se define por la interacción sensitiva, motora y de procesamiento central implicada en el mantenimiento de la homeostasis articular durante los movimientos corporales (estabilidad funcional de la articulación) (Riemann y Lephart 2002¹²¹).

La comprensión del papel de los ligamentos en la estabilidad articular ha evolucionado en los últimos años, desde entenderlos como estabilizadores exclusivamente pasivos a considerarlos parte importante de la estabilización dinámica como estructuras sensoriales.

El estudio del sistema sensoriomotor se ha realizado previamente en otras articulaciones como la rodilla, tobillo, hombro (Diederichsen y cols 2004¹²³ , Konradsen 2002¹²⁴ , Solomonow y Krogsgaard 2001¹²⁵) y en los últimos años han aparecido estudios sobre su función en la muñeca (Hagert y Persson 2010¹²⁶ , Hagert y cols 2009¹²⁷).

El último de ellos (Hagert y Persson 2010¹²⁶) analiza las contracciones musculares reactivas a un estímulo eléctrico en el ligamento escafolunar en pacientes sanos y en los mismos pacientes tras realizar un bloqueo específico del nervio interóseo posterior. Se aprecia cómo tras el bloqueo del nervio aparecen alteraciones muy importantes en los patrones de reflejos en flexión, desviación radial y desviación ulnar de la muñeca, comparándolos con los patrones sin el bloqueo. Se llega incluso a una reducción del 72% en las reacciones de excitación. Es decir, con la sección del nervio interóseo posterior los patrones de reacción muscular tras el estímulo sensitivo se ven gravemente alterados, por lo que es de esperar que al menos en parte el sistema sensoriomotor de la muñeca se altere.

Table 1. Semiquantitative Estimation of the Degree of Innervation Found in Each Wrist Ligament Excised From 5 Cadaveric Specimens

						Mean	Type
DRC	+++	+++	+++	+++	+++	3	P
DIC	+++	+++	+++	+++	+++	3	P
STq	+++	+++	++	+++	+++	2.8	P
dSLI	+++	++	+++	+++	++	2.6	P
TqC	++	+	++	+	++	1.6	I
pLTql	++	++	+	++	+	1.6	I
TqH	-	++	+	++	++	1.4	I
RS	-	++	+	+	+	1	L
RSC	++	+	-	+	+	1	L
STT	-	-	+	+	++	0.8	L
UL	+	++	-	-	+	0.8	L
LRL	+	-	-	+	+	0.6	O
SC	-	-	-	+	+	0.4	O
SRL	-	+	-	-	-	0.2	R

+++ , richly innervated with several nerve fascicles (N) and mechanoreceptors (R); ++, single N/R; +, N but no R; -, no signs of innervation.

Type of innervation: P, pronounced; I, intermediate; L, limited; O, occasional; R, rare.

TABLA 5. Grado de innervación de los distintos ligamentos carpianos. Imagen tomada de (Hagert y cols 2007¹⁰).

Ya se ha visto, al hablar de la histología de los ligamentos de la muñeca, como Hagert, basándose en las diferencias encontradas tanto en la composición estructural como en la innervación de los distintos ligamentos de la muñeca los clasifica en ligamentos “mecánicos” y ligamentos “sensitivos. De todos los ligamentos del carpo los que tienen una densidad de mecanorreceptores mayor, son el ligamento radiocarpiano dorsal y el intercarpiano como se puede apreciar en la tabla 5.

En estudios anatómicos sobre la innervación de la muñeca, se ha comprobado como la innervación de la zona dorsal del carpo se realiza mayoritariamente a través del nervio interóseo posterior y en menor medida por la rama dorsal del nervio ulnar (Wilhelm 1965²⁰ , Dellon 1985²² , Dellon y cols 1984²³ , Ferreres y cols 1995²⁴ , Van de Pol y cols 2006²⁵ , Fukumoto y cols 1993¹²⁸).

En la figura 39, se observa los ligamentos que innervan cada nervio y como todos los estudios de innervación coinciden en que la innervación del intercarpiano dorsal y del radiocarpiano es mayoritariamente por el nervio interóseo posterior.

Nerve	Author	Technique	Side	Capsule Innervation	Periosteum Innervation
AIN	Wilhelm	Dis	Palmar/radial	RC, RU, CC	Radius
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Palmar	RC, RU, CC	Radius
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Palmar	RC, RU, CC	Radius
	Dellon	Dis, surgery, S	Palmar	RC, CC	Radius
LACN	This report	Dis, cross, AChE	Palmar	RC, RU, CC	Radius
	Wilhelm	Dis	Radial	RC, CC, CM	—
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Radial	CC, CM	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Radial	RC	—
Deep UN	This report	Dis, cross, AChE	Radial	RC, CC	Radius
	Wilhelm	Dis	Palmar/ulnar	CC, CM	—
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Palmar	CC	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Palmar	PT	—
SBR	This report	Dis, cross, AChE	Palmar	CC, CM	—
	Wilhelm	Dis	Palmar/radial	RC, CC, CM	Radius
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Dorsal/radial	RC, CC, CM	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Palmar	RC, CM	—
PCB	This report	Dis, cross, AChE	Dorsal/radial	RC, CC, CM	Radius, dorsal
	Wilhelm	Dis	Palmar	CC, CM	—
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Palmar	CC	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Palmar	Transverse ligament	—
DBUN	This report	Dis, cross, AChE	Palmar	CC	—
	Wilhelm	Dis	Ulnar	CC, UCC	—
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Ulnar	PT	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Ulnar/palmar	CC, CM	—
PIN	This report	Dis, cross, AChE	Ulnar/dorsal	CC	—
	Wilhelm	Dis	Dorsal	RU, RC, CC, CM	Radius
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Dorsal	RU, RC, CC	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Dorsal	RU, RC, CC, CM	—
Perfor UN	This report	Dis, surgery	Dorsal	RU, RC, CC, CM	Radius, ulna
	Wilhelm	Dis	Dorsal	2nd, 3rd, 4th CM	—
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Not found	—	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Dorsal	2nd, 3rd, 4th CM	—
PACN	This report	Dis, cross, AChE	Not found	—	—
	Wilhelm	Dis	Dorsal	Dorsal carpal ligament	—
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Not found	—	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Dorsal	RC (1/20)	—
MACN	This report	Dis, cross, AChE	Dorsal	—	—
	Wilhelm	Dis	Ulnar	UCC	—
	Ferreies	Dis, cross, S-100	Ulnar	CC (1/20)	—
	Fukumoto	Dis, cross, H&E, S	Palmar	UCC (2/20)	—
This report	Dis, cross, AChE	Ulnar	—	—	—

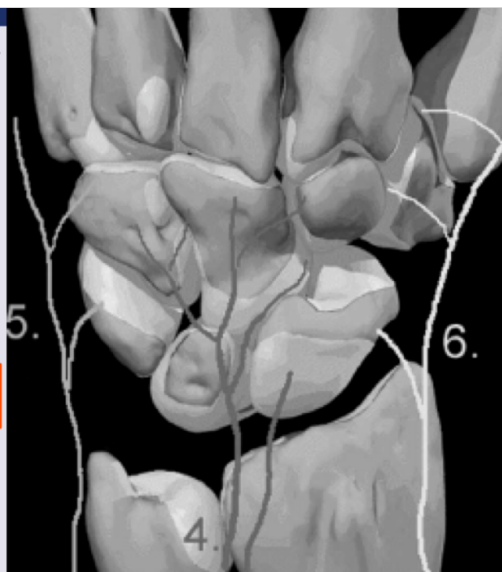


FIGURA 39. Inervación de ligamentos dorsales. Imagen tomada de (Van de Pol y cols 2006²⁵).

Al realizar cualquiera de los procedimientos abiertos y un abordaje dorsal según la técnica de Berger, el nervio interóseo posterior se secciona siempre, tanto voluntariamente (para conseguir una denervación parcial de la muñeca), como involuntariamente, por el diseño de la capsulotomía (fig. 40).

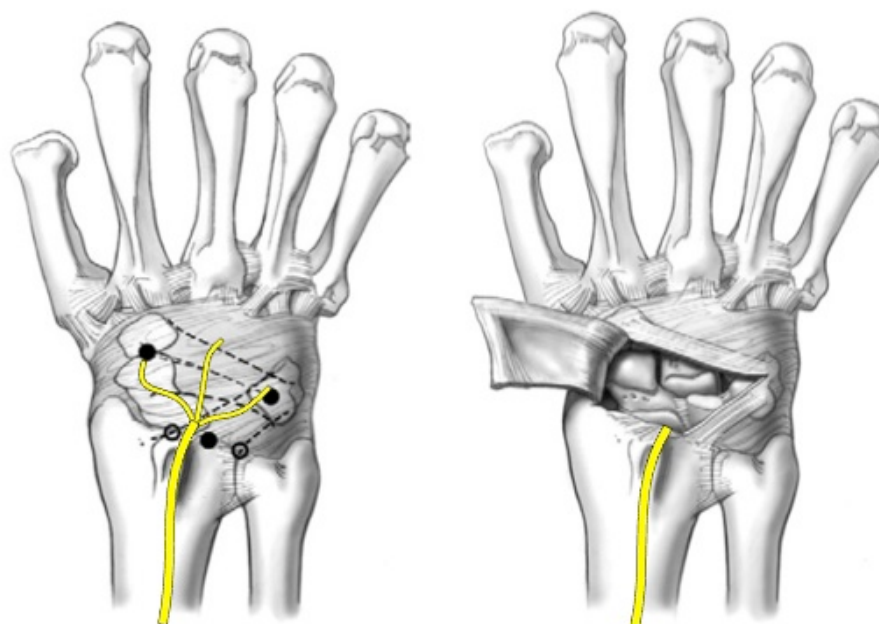


FIGURA 40. Sección del interóseo posterior tras la capsulotomía según la técnica de Berger.

Es decir, al realizar una cirugía reconstructiva de una inestabilidad carpiana se secciona el nervio que mayoritariamente transmite la información de los dos ligamentos carpianos que “más información recogen” ya que son los más “sensitivos”. La pérdida de esta información altera el sistema sensoriomotor del carpo que es el responsable de la función correcta de los estabilizadores dinámicos de la muñeca. Cabría preguntarse, si para reconstruir un estabilizador estático como el escafolunar se está sacrificando la función, o al menos parte de la función, de los estabilizadores dinámicos.

Por ese motivo estamos de acuerdo con otros autores (Hagert y Persson 2010¹²⁶) que desaconsejan de rutina la neurotomía del interóseo posterior durante los procedimientos quirúrgicos del carpo (sobre todo en inestabilidades), ya que se alteraría la función propioceptiva y podría tener consecuencias a largo plazo sobre la muñeca.

De hecho, se ha descrito recientemente un tipo de capsulotomía con un diseño distinto al diseño de Berger que intenta minimizar la lesión del interóseo posterior y por tanto la alteración de la propiocepción (fig. 41) (Hagert y cols 2010¹²⁹).

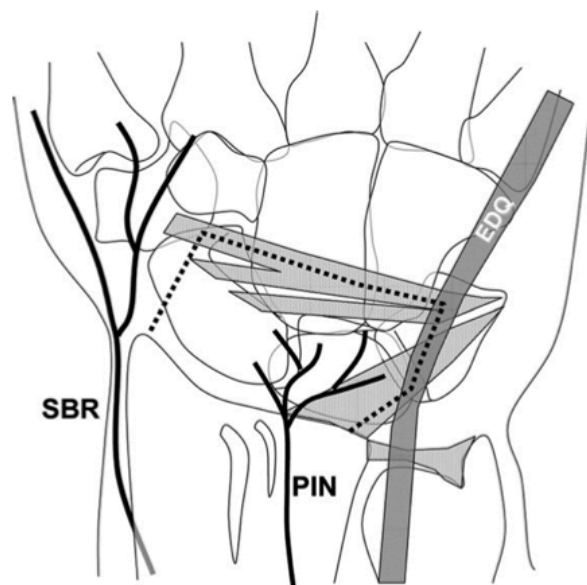


FIGURA 41. Dorsal nerve-sparing approach. Imagen tomada de (Hagert y cols 2010¹²⁹).

INMOVILIZACIÓN PROLONGADA

En todos los tipos de cirugía abierta que se realizan para la reconstrucción del ligamento escafolunar como las capsulodesis, reconstrucciones hueso-retináculo-hueso o tenodesis el periodo de inmovilización postoperatoria es muy largo alcanzando las seis u ocho semanas de inmovilización. Además, para asegurar la reconstrucción, se suelen fijar el escafoides y el semilunar con agujas de Kirschner durante ese tiempo.

Al igual ocurre con el tratamiento artroscópico, que tras la vaporización o el desbridamiento, muchos autores propugnan una inmovilización prolongada de 6 a 8 semanas.

1.3.10 TRATAMIENTO MEDIANTE CIRUGÍA ARTROSCÓPICA

Existen diversos tipos de tratamientos artroscópicos para la inestabilidad escafolunar, que se han popularizado sobre todo en la última década (Bain y cols 2008¹³⁰, Chloros y cols 2008¹³¹, Slutsky y Nagle 2008¹³², Geissler 2006¹³³).

Se pueden resumir en cuatro grupos de tratamientos:

- Desbridamiento aislado.
- Desbridamiento y electrocoagulación.
- Reducción y asociación con agujas de Kirschner percutáneas.
- Reducción y asociación escafolunar artroscópica (RASL).

DESBRIDAMIENTO AISLADO

El desbridamiento artroscópico aislado, ha sido recomendado en lesiones parciales del ligamento escafolunar.

La justificación que algunos autores dan para no reconstruir el ligamento y realizar sólo un desbridamiento es que, según Mayfield, en lesiones parciales la porción dorsal permanece intacta, por lo que existen pocas alteraciones mecánicas y no es necesario

reconstruir el ligamento (Mayfield 1984⁷⁰, Mayfield y cols 1980⁷¹). Según estos autores el dolor se produce por un pinzamiento entre el ligamento lesionado y la fosa semilunar (Earp y cols 2006¹³⁴).

Este tipo de tratamiento aislado ha sido publicado en sólo cuatro artículos con una serie de casos muy pequeña y con gran variación en las lesiones asociadas de cada serie y en el tratamiento postoperatorio.

Ruch y Poehling presentan una mejoría de todos los pacientes que tenían una lesión parcial del ligamento escafolunar en los que se realizó el desbridamiento aislado. En el postoperatorio se comenzaba con una movilización precoz tras la cirugía (Ruch y Poehling 1996¹³⁵).

Weiss y cols, muestra una completa resolución o mejoría de la sintomatología en el 66% de los pacientes que tenían lesiones completas y en el 85% de los pacientes que tenían lesiones parciales. Durante el postoperatorio, los pacientes permanecían entre 6 u 8 semanas inmovilizados (Weiss y cols 1997¹³⁶).

Posteriormente Westkaemper y cols, describen resultados positivos en el 92% de pacientes con una lesión parcial (13 pacientes de 14 obtuvieron mejoría) y en el 100% de los pacientes con lesión completa (pero sólo se trataban de dos pacientes) (Westkaemper y cols 1998¹³⁷).

Por último, Earp y cols, en un estudio sobre pacientes adolescentes, obtienen buenos resultados (80%) con el desbridamiento aislado, sobre todo en la evaluación inicial (<2 años), pero el 20% de los pacientes necesitaron una segunda intervención por la mala evolución tras el desbridamiento (Earp y cols 2006¹³⁴).

DESBRIDAMIENTO Y CONTRACCIÓN TÉRMICA

La contracción térmica, es un fenómeno físico que ocurre con las modificaciones que ocurre en el colágeno tipo I al calentarlo. La energía térmica, en las estructuras capsulares y ligamentosas, desenvuelve la triple hélice del colágeno y con la curación posterior se producirá una contracción de los ligamentos tratados. La temperatura

requerida para lograr el efecto es de aproximadamente 70 a 80 grados centígrados y nunca debe exceder los 100° (Medvecky y cols 2001¹³⁸).

En estudios in vitro, el tejido capsular puede contraerse de un 9% a un 50% dependiendo de la sonda y el tipo de tejido. La rigidez del colágeno se reduce a aproximadamente en un 20% y vuelve a la normalidad en aproximadamente 2 meses, por eso la inmovilización temporal y la protección de la carga durante este período es fundamental (Medvecky y cols 2001¹³⁸).

La técnica de contracción térmica se realiza, desbridando en primer lugar los fragmentos sueltos. A continuación, con sonda de radiofrecuencia monopolar se realizan coagulaciones cortas, como si se pintase con un pincel, tanto en la región palmar como sobre todo, en la dorsal hasta llegar a la confluencia con la cápsula dorsal. Para evitar el riesgo de "quemado" debe realizarse con una irrigación continua y controlando la temperatura de electrocoagulación (Slutsky y Nagle 2007¹¹⁹).

Darlis y cols trataron una serie de 16 pacientes con lesiones de grado 1 o 2 mediante electrocoagulación, con dos semanas de inmovilización posterior. Obteniendo un 87% de buenos resultados (14 de los 16 pacientes) (Darlis y cols 2005¹³⁹).

Hirsh y cols trataron a 10 pacientes con lesiones de grado 2 de Geissler mediante electrocoagulación y de 4 a 6 semanas de inmovilización. A los 28 meses, el dolor se había resuelto en 9 de los 10 pacientes, con lo que obtuvieron un 90% de buenos resultados (Hirsh y cols 2005¹⁴⁰).

Posteriormente Shih y Lee estudiaron a 19 pacientes. Obtuvieron un resultado muy satisfactorio en las lesiones predinámicas con una mejoría del 100%, mientras que de los 13 pacientes que tenían una inestabilidad dinámica, 4 tuvieron que ser reintervenidos para realizar una capsulodesis (31% de malos resultados) (Shih y Lee 2006¹⁴¹).

De todos los trabajos publicados sobre la electrocoagulación, el estudio más grande es el realizado por Battistella y Taverna (Slutsky y Nagle 2008¹³²). En este estudio se dividieron 120 pacientes en 4 grupos. El grupo A estaba compuesta por 20 pacientes con una inestabilidad grado I de Geissler y se trataron mediante electrocoagulación.

El grupo B estaba compuesto por otros 20 pacientes con un grado I tratados sólo mediante desbridamiento. El grupo C fue de 40 pacientes con una inestabilidad grado 2 o 3, tratados mediante electrocoagulación y fijación con agujas de Kirschner durante 6 semanas. Y el grupo D fue de 40 pacientes con una inestabilidad grado 2 ó 3 tratados mediante desbridamiento y la fijación con agujas de kirschner durante 6 semanas. A los 24 meses de seguimiento el grupo tratado mediante electrocoagulación (aislada o junto a fijación percutánea) tenían resultados superiores al grupo tratado mediante desbridamiento.

Tras la realización de todos estos estudios, la indicación principal de la contracción térmica hoy en día es la inestabilidad escafolunar grado I o II de Geissler. Mientras que está contraindicada, como procedimiento aislado, en presencia de inestabilidades estáticas o en pacientes con cambios artrósicos degenerativos (Slutsky y Nagle 2008¹³²).

REDUCCIÓN Y FIJACIÓN CON AGUJAS DE KIRSCHNER

En la serie de Whipple se estudió a 40 pacientes tratados con reducción artroscópica y fijación percutánea. El 85% de los pacientes con una diástasis escafolunar de 1 a 3 mm y una sintomatología de menos de 3 meses obtenían un resultado satisfactorio, mientras que los pacientes con una diástasis escafolunar de 3 mm o mayor o con una duración de síntomas de más de 3 meses, sólo obtuvieron un resultado satisfactorio en el 53% de los casos (Whipple 1995¹⁴²).

Es decir, en lesiones crónicas con una inestabilidad estática el resultado, aún con la fijación con agujas de kirschner, no es satisfactorio.

Un resultado similar se objetiva en el estudio realizado por Darlis (Darlis y cols 2006¹⁴³). Se trataron 11 pacientes con un grado 3-4 de Geissler mediante desbridamiento agresivo y estabilización con agujas de kirschner durante 4-8 semanas. Tres pacientes requirieron una artrodesis parcial durante el primer año y sólo 6 de los 11 (45%) mantenían un resultado satisfactorio a los 3 años.

En el estudio realizado por Battistella (Slutsky y Nagle 2008¹³²) mencionado en el apartado anterior, también se demuestra que en el grupo que realizó el

desbridamiento y la estabilización aislada con AK el resultado era menos satisfactorio que cuando se asociaba la electrocoagulación.

Probablemente donde ha mostrado un mejor resultado el tratamiento artroscópico mediante fijación con agujas de kirschner es en las lesiones agudas, en las que se han comunicado resultados satisfactorios del 92% en una serie de 66 pacientes (Mathoulin y Messina 2010¹⁴⁴)

RASL (REDUCCIÓN Y ASOCIACIÓN ESCAFOLUNAR) ARTROSCÓPICO

En 1997 Rosenwasser describió la utilización de un tornillo de Herbert para estabilizar la articulación escafolunar. No considera este proceso como una verdadera artrodesis, ya que el objetivo es crear una asociación entre los dos huesos (ósea o fibrosa). Por eso lo denomina RASL "reducción y asociación escafolunar". Esta técnica busca la creación de una unión fibrosa o "neoligamento" que permita un pequeño grado de movimiento entre los dos huesos (similar al fisiológico) (Rosenwasser y cols 1997¹⁴⁵).

Posteriormente Aviles describió la realización de la técnica de RASL de forma artroscópica. Su indicación eran pacientes con inestabilidad escafolunar sin cambios degenerativos radiocarpianos o en pacientes con una muñeca SLAC I a los que se les realizaba una estiloidectomía artroscópica como gesto añadido (Aviles y cols 2007¹⁴⁶).

En la serie de Hausman, se muestran los resultados del RASL artroscópico en 7 pacientes, 4 con una inestabilidad estática y 3 con una muñeca SLAC (2 con SLAC II y 1 con SLAC III). El movimiento de la muñeca se redujo en un 22,5%. La distancia escafolunar media se redujo de 4 mm a 2 mm y el ángulo escafolunar se redujo de 82 grados a 62 grados. El paciente del SLAC III tuvo que realizarse posteriormente una artrodesis de muñeca parcial por el mal resultado clínico (Slutsky y Nagle 2007¹¹⁹).

1.3.11 DESVENTAJAS DEL TRATAMIENTO ARTROSCÓPICO

Ya se ha visto como el tratamiento artroscópico actual mediante desbridamiento, vaporización y/o estabilización con agujas de kirschner tiene muy buen resultado en lesiones parciales y predinámicas crónicas (Ruch y Poehling 1996¹³⁵ , Weiss y cols 1997¹³⁶ , Westkaemper y cols 1998¹³⁷ , Darlis y cols 2005¹³⁹ , Hirsh y cols 2005¹⁴⁰) y en todo tipo de lesiones agudas (parciales y completas)(Mathoulin y Messina 2010¹⁴⁴). Sin embargo, el resultado empeora claramente en las lesiones crónicas completas, incluso en las dinámicas(Darlis y cols 2006¹⁴³)

Esto puede ser debido a la poca capacidad de cicatrización del ligamento escafolunar en las lesiones crónicas y a pesar del desbridamiento y la vaporización o la fijación con agujas, el ligamento escafolunar ha perdido su capacidad mecánica.

2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 HIPÓTESIS

Es posible realizar la reconstrucción del ligamento escafolunar de forma artroscópica, mediante una ligamentoplastia autólologa, con mínima lesión de partes blandas y que permita un protocolo de movilización precoz.

2.2 OBJETIVOS

1. Descripción detallada de la técnica quirúrgica.
2. Realización en cadáver para valorar su viabilidad técnica.
3. Hacer una disección anatómica de los especímenes intervenidos para valorar:
 - a. Tamaños de las vías de abordaje.
 - b. Distancias a estructuras de riesgo.
 - c. Tamaño y colocación de la plastia
4. Realizar la ligamentoplastia artroscópica "in vivo", valorar las complicaciones, dificultades técnicas y la forma de evitarlas, en un estudio clínico piloto.
5. Desarrollar un protocolo rehabilitador específico tras la ligamentoplastia y aplicarlo en los pacientes intervenidos.

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 MATERIAL

3.1.1 ESPECÍMENES

Se han usado 5 especímenes cadavéricos, que incluían mano, muñeca y antebrazo, del departamento de anatomía y embriología humana I de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

3.1.2 MATERIAL NECESARIO PARA LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

TORRE DE TRACCIÓN PARA ARTROSCOPIA DE MUÑECA(ACUMED, HILLSBORO, OR):



FIGURA 42. Torre de tracción de artroscopia de muñeca (Acumed, Hillsboro, OR)

TORRE DE ARTROSCOPIA CON ÓPTICA DE 2,7 MM.



FIGURA 43. Torre de artroscopia (Arthrex, Naples, FL), con fuente de luz, motor, captador de imagen y pantalla.

FLUOROSCOPIO:



FIGURA 44. Fluoroscopia XISCAN

INSTRUMENTAL MOTORIZADO ESTÁNDAR.

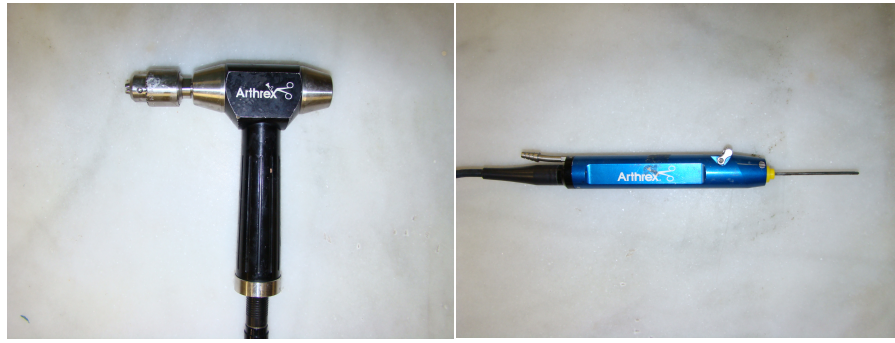


FIGURA 45. Motor y sinoviotomo de 2,3 mm (Arthrex, Naples, FL).

BROCA CANULADA Y AGUJA DE KIRSCHNER GUÍA



FIGURA 46. Arriba broca canulada de 3 mm, abajo aguja de kirschner guía de 1,5 mm.

INSTRUMENTAL “BIOTENODESIS SCREW SYSTEM”; (ARTHREX, NAPLES, FL) CON TORNILLOS INTERFERENCIALES BIODEGRADABLES (3X8 MM).



FIGURA 47. Instrumental de biotenodesis de 3 x 8 mm (Arthrex, Naples, FL)

PASSING WIRE Y MICRO-SUTURE LASSO RECTO Y CURVO (ARTHREX, NAPLES, FL)

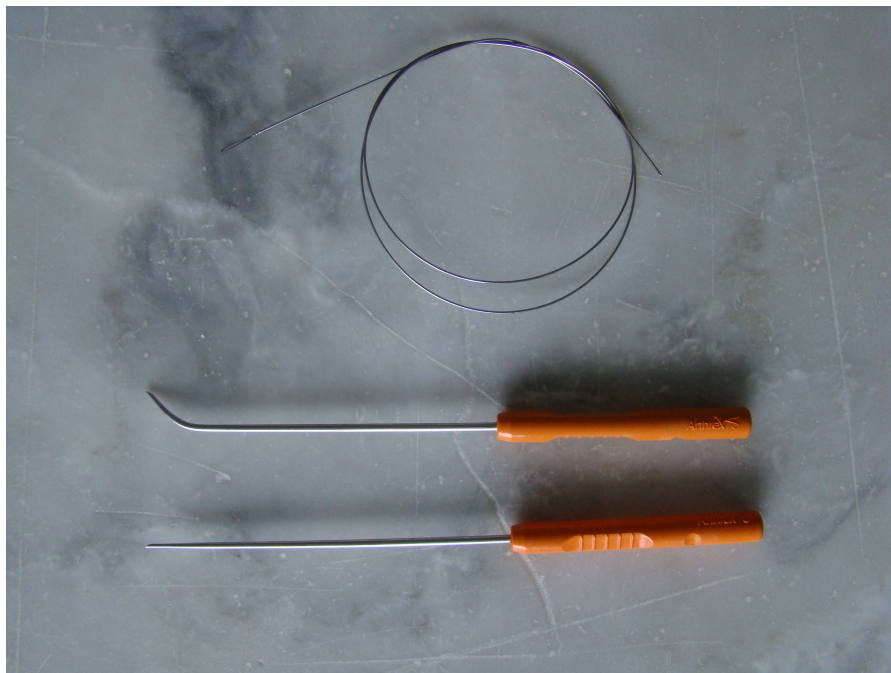


FIGURA 48. Arriba Passing wire , abajo micosuture lasso curvo y recto.

3.2 MÉTODO

3.2.1 TÉCNICA QUIRÚRGICA PROPUESTA:

ARTROSCOPIA ESTÁNDAR.

- Con el brazo suspendido del 2º y 3º dedo en la torre de artroscopia, se realiza una tracción de 20 kg (dibujo.1).
- Se realizan los portales dorsales radiocarpianos 3/4 y 6R. Se consigue acceso a la articulación radiocarpiana y se valora el estado articular (sobre todo atendiendo a la existencia de cambios degenerativos, muñeca SLCA) y las distintas patologías asociadas que pudieran coexistir.
- A continuación se realizan los portales mediocarpianos radial (MCR) y ulnar (MCC) (dibujo.2). Con la óptica en el portal mediocarpiano radial y el gancho explorador en el portal mediocarpiano ulnar se valora el grado de inestabilidad escafolunar y para hacerlo correctamente, se quita la tensión de la torre de tracción.

TÚNEL EN ESCAFOIDES

- A través del portal 3/4 y bajo control artroscópico con la óptica en el portal 6R y fluoroscópico, se introduce una aguja de Kirschner que servirá de guía para la realización del primer túnel (dibujo.3).
- El punto de entrada es el margen dorsal del escafoides, aproximadamente 10 mm radial a la inserción de la porción dorsal del ligamento escafolunar (dibujo.4).
- Se introduce la aguja guía hasta salir por el tubérculo del escafoides (dibujo.5).
- Se comprueba su correcta colocación tanto en el plano AP como en el lateral.
- Si su posición es satisfactoria, se saca por la piel en la zona volar de la muñeca y se broca con una broca canulada de 3 mm hasta perforar la cortical volar del escafoides (dibujo.6, 7 y 8).

TÚNEL EN SEMILUNAR.

- La plastia debe sustituir anatómicamente la porción dorsal del ligamento escafolunar, por lo que el túnel debe estar a la altura de la inserción de la porción dorsal del ligamento escafolunar y centrado en el semilunar. Queda así a la misma altura que la entrada del túnel del escafoides.
- Antes de realizar el túnel, se localiza la posición con una aguja subcutánea bajo control fluoroscópico. Se realiza una incisión de 3 cm longitudinal (dibujo.9), que suele corresponder con el borde ulnar del cuarto compartimento extensor, se realiza una apertura longitudinal del retináculo extensor y se retraen los tendones del cuarto compartimento hacia radial con un separador hasta exponer la cápsula articular.
- Se introduce la aguja de Kirschner guía en la posición adecuada, zona dorsal y media del semilunar y se progresa paralela a la superficie articular del hasta perforar la cortical volar, se debe controlar constantemente con fluoroscopia que la colocación es adecuada y que no se sobrepasa la cortical volar más de 2-3 mm por el riesgo de lesionar estructuras volares (dibujo.10 y 11).
- A través la aguja de guía se realiza el túnel con la broca de 3 mm, teniendo mucha precaución al perforar la cortical volar del semilunar y bajo control fluoroscópico constante (dibujo.12 y 13).
- Por último se realiza una pequeña artrotomía radiocarpiana que llegue hasta el túnel en el semilunar.

RECUPERACIÓN DE LA PLASTIA.

- Una vez realizados los túneles por los que va a discurrir la plastia y previamente a la obtención de la misma, es necesario preparar los pasos de la plastia.
- Para ello, se coloca la óptica en el portal 6R y se introduce el bucle de un suture lasso curvo (Arthrex, Naples, FL) o un simple bucle de monofilamento, en la articulación radiocarpiana desde la artrotomía bajo el semilunar, se introduce una pinza de artroscopia en el portal 3/4, se captura el bucle y se deja fuera del portal 3/4 (dibujo.14, 15, 16 y 17).

- Un segundo suture lasso, en este caso recto, se pasa a través del bucle, se introduce a través del portal 3/4, dentro del túnel del escafoides y se saca por el tubérculo del escafoides (dibujo.18 y 19).

INJERTO DEL FLEXOR RADIAL DEL CARPO (FRC)

- La plastia consiste en un hemitendón de 3-4 mm de la porción más radial del FRC.
- En la región volar de la muñeca se realiza una incisión curvada de 3-4 cm desde la salida del suture lasso en el tubérculo del escafoides hasta que se identifica el FRC. En esta incisión, hay que prestar mucha atención para localizar la rama superficial de la arteria radial para disecarla o ligarla (dibujo.20).
- Se pasa una sutura de 2/0 a través del FRC, para obtener un hemitendón de 3 mm, se deja los hilos atravesando el tendón.
- A continuación, se realiza una incisión transversal proximal a 8-10 cm del tubérculo del escafoides, sobre la vaina del FRC. Desde esta incisión, se introduce el suture passing wire por la vaina del FRC hasta sacarla en la incisión distal.
- Se pasan los hilos del monofilamento que atravesaban el FRC a través del bucle del passing wire y traccionando de él, se sacan en la incisión proximal del antebrazo.
- Se corta proximalmente el hemitendón del FRC y se saca por la incisión distal, obteniéndose así la plastia de 3 mm (dibujo.21).

RECUPERACIÓN DE LA PLASTIA HASTA LA ARTROTOMÍA

- El paso por el túnel del escafoides se realiza capturando la plastia con el suture lasso recto (dibujo.22), traccionando de él, se saca al portal 3/4, con lo que queda dentro del primer bucle (dibujo.23, 24 y 25).
- A continuación, se captura con ese bucle, se tracciona y se transpone la plastia a la capsulotomía (dibujo.26 y 27).

PASO DE LA PLASTIA POR EL SEMILUNAR

- Con control fluoroscópico, colocando una aguja subcutánea en la piel de la región volar de la muñeca, se localiza la salida del túnel del semilunar.
- Se realiza un pequeña incisión de 1-2 cm y mediante disección roma, separando los tendones flexores hacia radial, se llega a la cápsula volar y al túnel del semilunar. Esta vía coincide con la que se realiza para el portal volar ulnar de la muñeca descrito por Slutsky (Slutsky 2004¹⁴⁷).
- Desde la zona dorsal se introduce un suture passing wire y se saca por la incisión volar (dibujo.28). Otra opción es introducir un abocath en la salida volar del túnel y pasar el suture passing wire a su través y sacarlo a la salida dorsal del túnel.
- Traccionando de la plastia se ve cual es la longitud adecuada de la plastia, se realiza una sutura cruzada y se corta el exceso de tendón (dibujo.29).
- Los hilos de la sutura cruzada se pasan por el bucle de passing wire (dibujo.30) y traccionando se sacan por la incisión volar, quedando la plastia enterrada en el túnel del semilunar (dibujo.31, 32 y 33).

FIJACIÓN DE LA PLASTIA CON TORNILLOS DE BIOTENODESIS

- Se coloca el artroscopio en el portal mediocarpiano radial y el gancho explorador en el mediocarpiano ulnar, se quita nuevamente la tensión de la torre de artroscopia.
- Traccionando de los hilos de la plastia, desde la zona volar de la muñeca, se ve como se cierra el espacio escafolunar y se valora la tensión adecuada que se debe dar a la plastia.
- Manteniendo esa tensión, se introduce el primer tornillo de biotenodesis de 3mm en el túnel del escafoides en el tubérculo del escafoides (dibujo.34).
- A continuación y manteniendo la tensión, se introduce el segundo tornillo en el túnel del semilunar desde la zona dorsal (dibujo.35).
- Durante todo el proceso de fijación de la plastia, se comprueba artroscópicamente como el espacio escafolunar se mantiene cerrado.

- Por último, la correcta reducción se comprueba mediante control fluoroscópico.
- Se termina así la ligamentoplastia, que se ha llamado **HUESO-TENDÓN-TENODESIS**, ya que la reconstrucción ligamentosa se realiza con un hemitendón que está unido a la base del segundo metacarpiano (**HUESO**), la plastia reconstruye los estabilizadores secundarios y el propio escafolunar (**TENDÓN**) y se estabiliza mediante tornillos de biotenodesis al semilunar y al escafoides (**TENODESIS**).

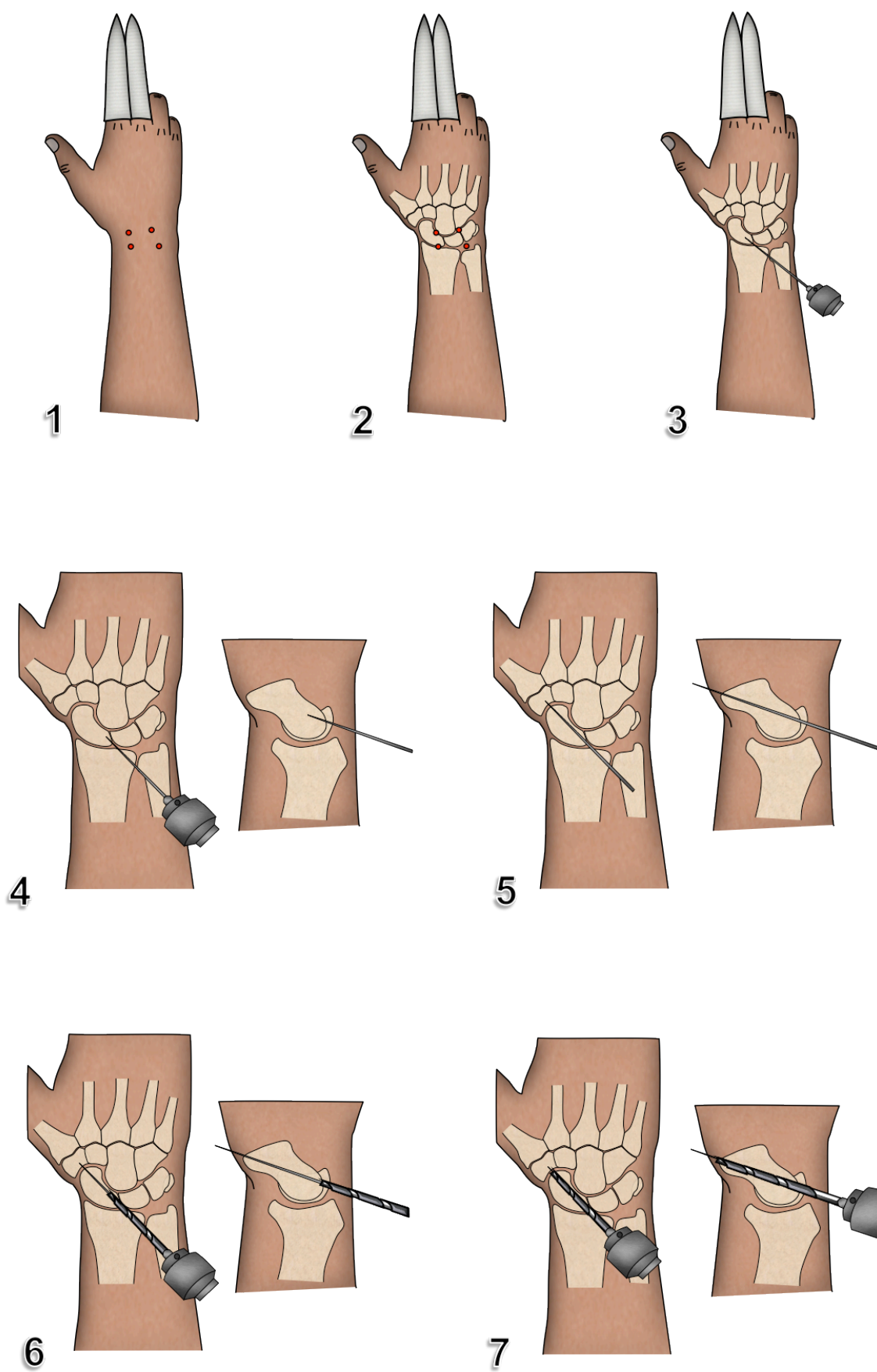


FIGURA 49. Esquema técnica quirúrgica.

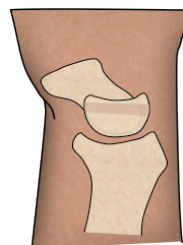
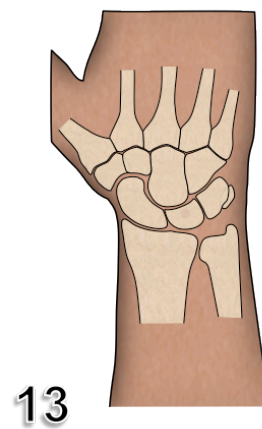
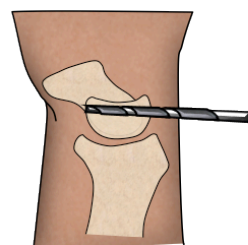
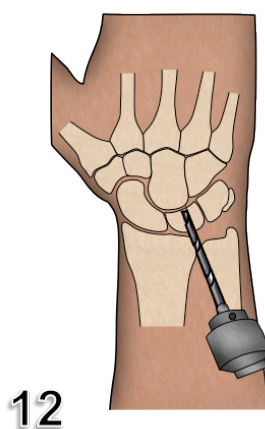
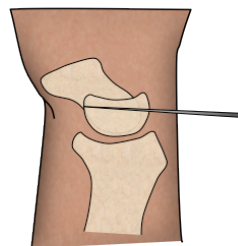
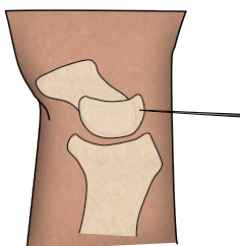
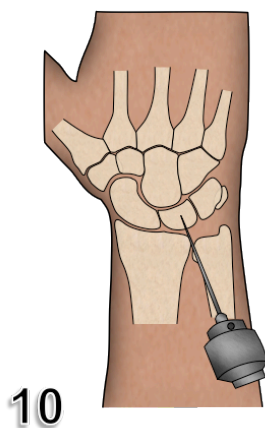
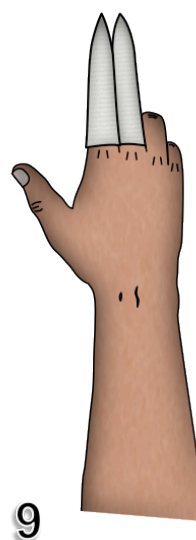
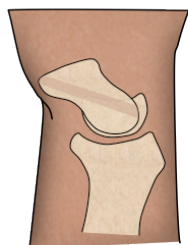


FIGURA 50. Esquema técnica quirúrgica

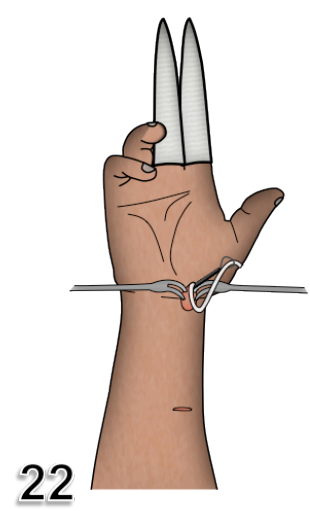
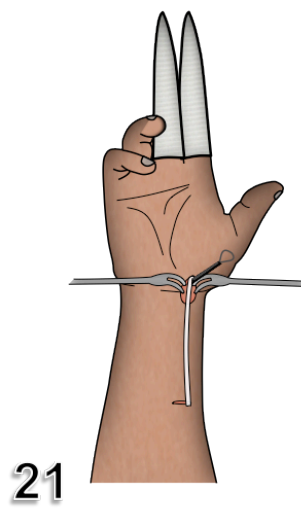
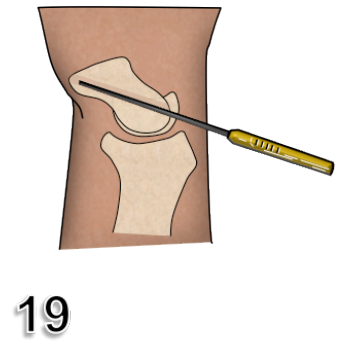
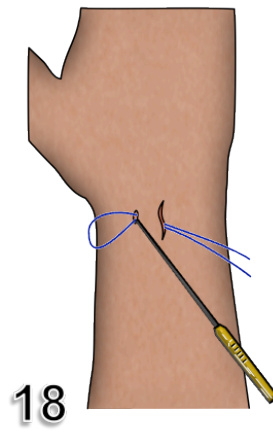
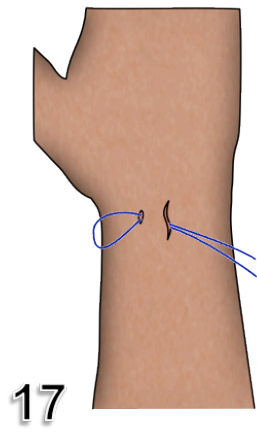
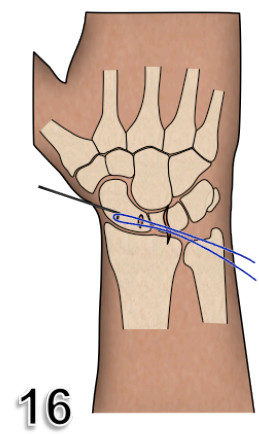
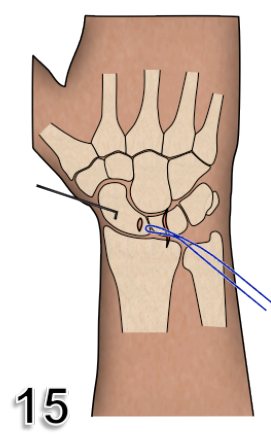
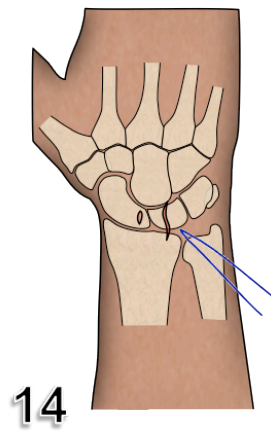


FIGURA 51. Esquema técnica quirúrgica.

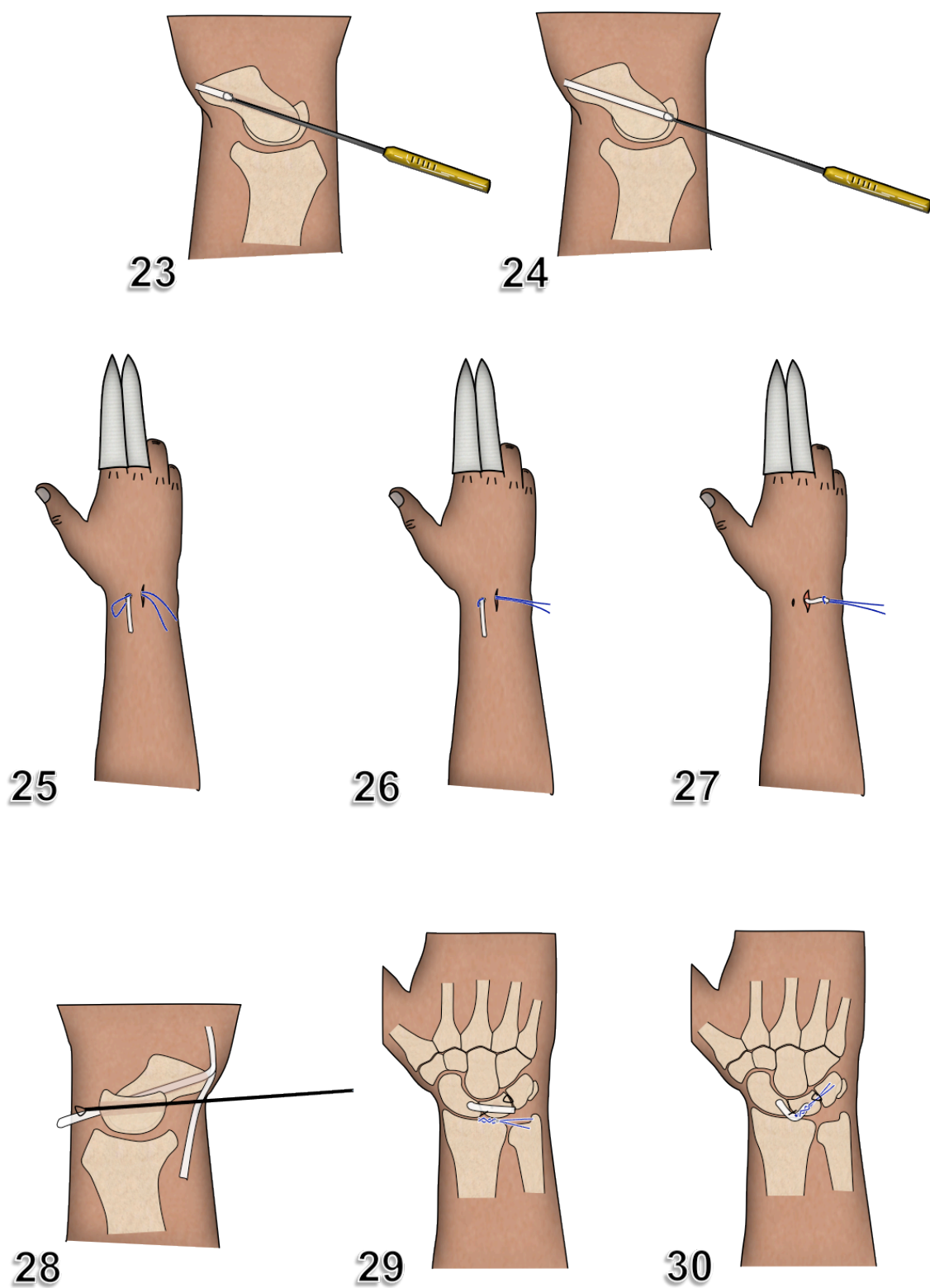


FIGURA 52. Esquema técnica quirúrgica

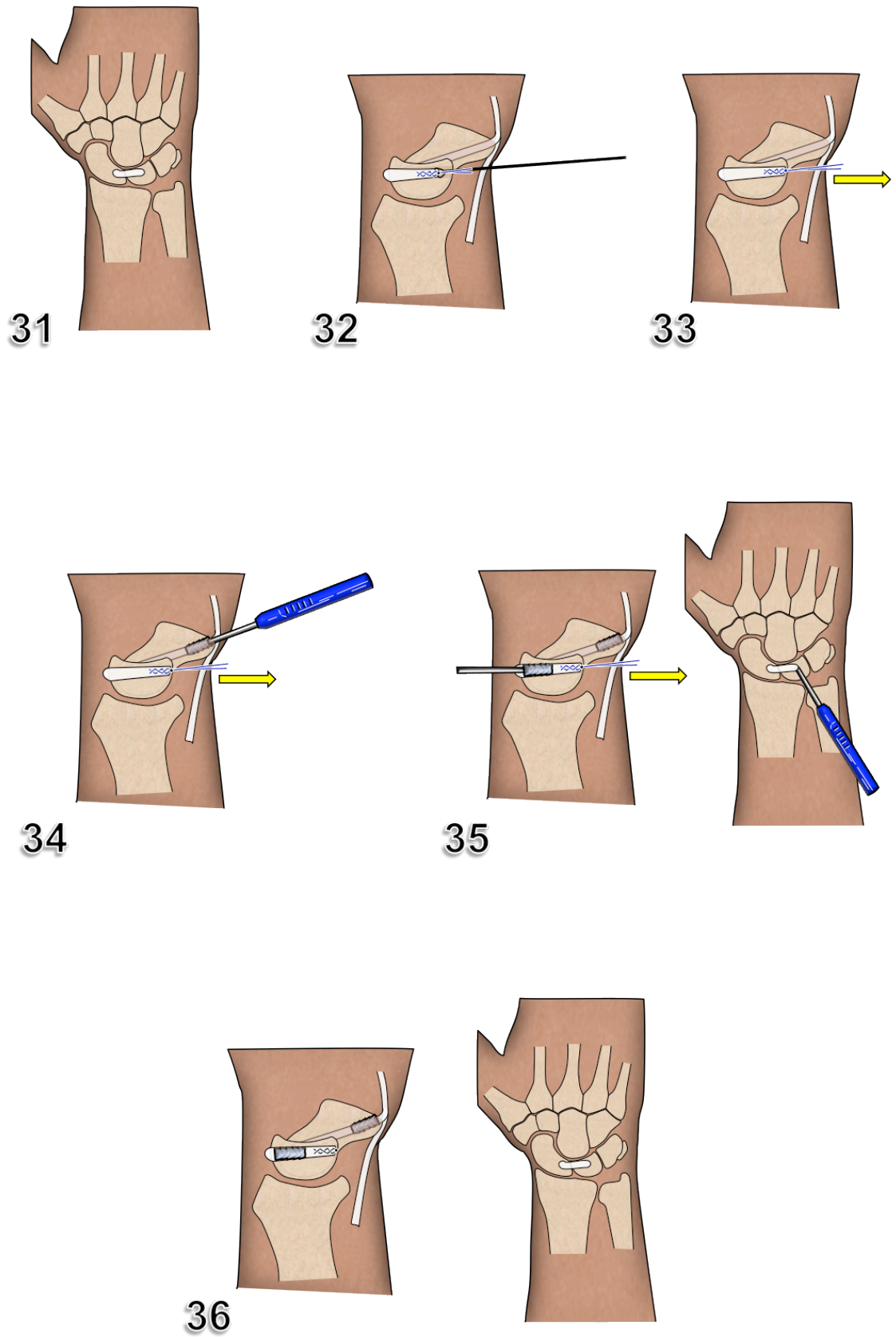


FIGURA 53. Esquema técnica quirúrgica

3.2.3 ESTUDIO ANATÓMICO DE LA TÉCNICA PROPUESTA

Al objeto de comprobar la viabilidad y seguridad de la técnica propuesta, se realizó la disección anatómica sistemática de todos los especímenes midiendo las distancias más relevantes:

I) Tabla I: Tamaños vías de abordaje

- 1) Tamaño de la vía dorsal sobre el semilunar.
- 2) Tamaño de la vía volar sobre el tubérculo del escafoides para la obtención y paso de la plastia.
- 3) Tamaño de la vía volar sobre el flexor radial del carpo proximal para la obtención de la plastia.
- 4) Tamaño de la vía volar sobre el semilunar.
- 5) Tamaño de la apertura del retináculo.
- 6) Tamaño de la capsulotomía.

II) Tabla II: Distancias a estructuras de riesgo

- 1) Distancia del Interóseo posterior a la capsulotomía.
- 2) Distancia de la salida del túnel en el tubérculo del escafoides a la arteria radial superficial.
- 3) Distancia de la salida del túnel en el tubérculo escafoides a la arteria radial.
- 4) Distancia de la vía volar sobre el semilunar al mediano.
- 5) Distancia de la vía volar sobre el semilunar a la rama superficial del nervio mediano.

III) Tabla III: Tamaño y colocación de la plastia

- 1) Longitud de la plastia.
- 2) Anchura de la plastia.
- 3) Distancia del túnel en el escafoides al ligamento escafolunar.
- 4) Distancia del túnel en el semilunar al ligamento escafolunar.

4 RESULTADOS

4.1 CIRUGÍA EN CADAVER

Se ha realizado en los cinco especímenes, siguiendo la técnica quirúrgica propuesta. A continuación se muestran imágenes de los pasos quirúrgicos en el estudio en cadáver.



FIGURA 54. Técnica en cadáver.



FIGURA 55. Técnica en cadáver.

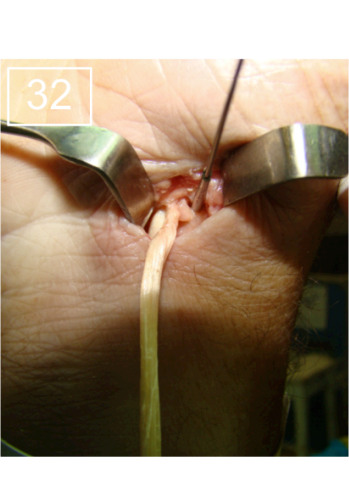
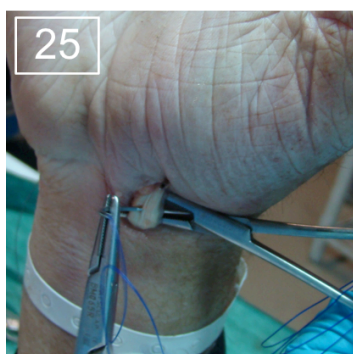


FIGURA 56. Técnica en cadáver.



FIGURA 57. Técnica en cadáver

4.2 ESTUDIO ANATÓMICO

Como se ha detallado en el apartado de método, el estudio anatómico se ha centrado en la disección y medidas de las vías de abordaje, la disección de las estructuras en riesgo y la medida de la distancia a posibles puntos de lesión y el tamaño y posición de la plastia.

4.2.1 VÍAS DE ABORDAJE

VÍA DORSAL SOBRE EL CUARTO COMPARTIMENTO EXTENSOR

Es la vía que se realiza para llegar a la cápsula dorsal sobre el semilunar. Su tamaño medio ha sido de 17 mm.

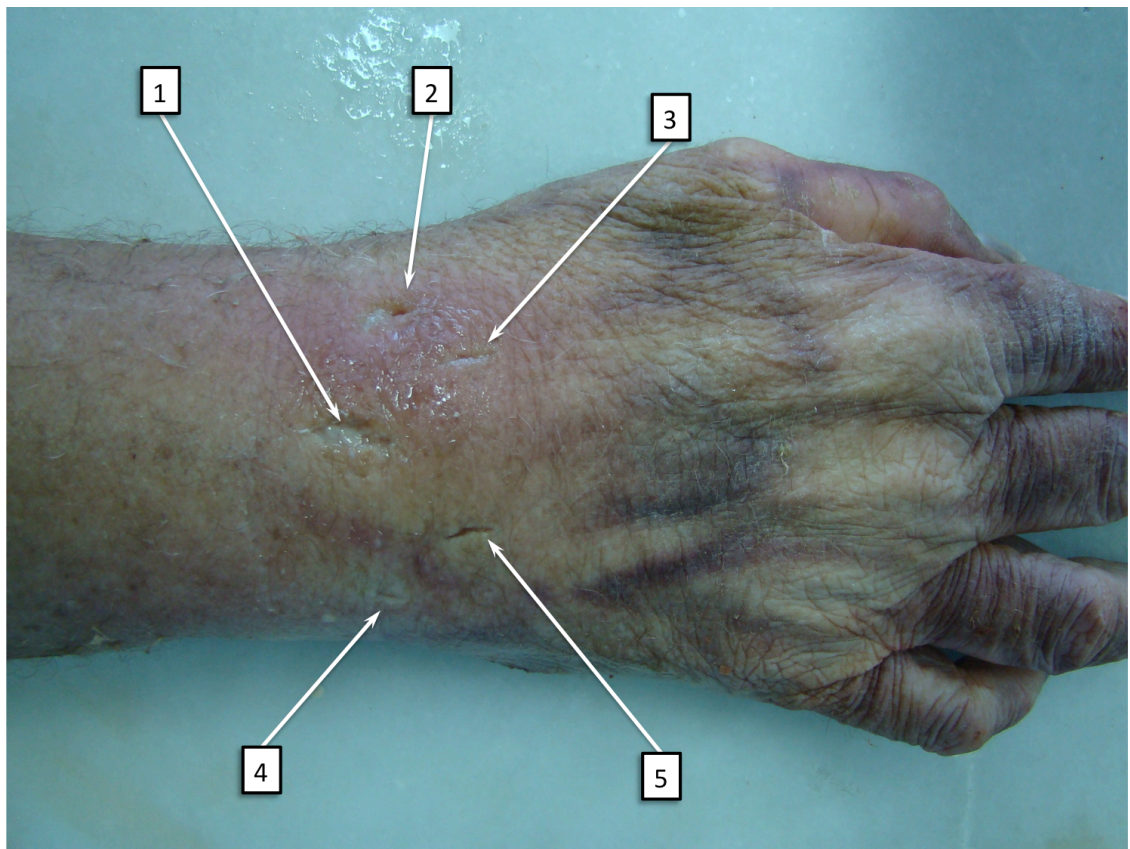


FIGURA 58. 1: Vía dorsal sobre el cuarto compartimento extensor. 2: Portal radiocarpiano 3/4. 3: Portal mediocarpiano radial. 4: Portal radiocarpiano 6R. 5: Portal mediocarpiano ulnar.

APERTURA DEL RETINÁCULO EXTENSOR:

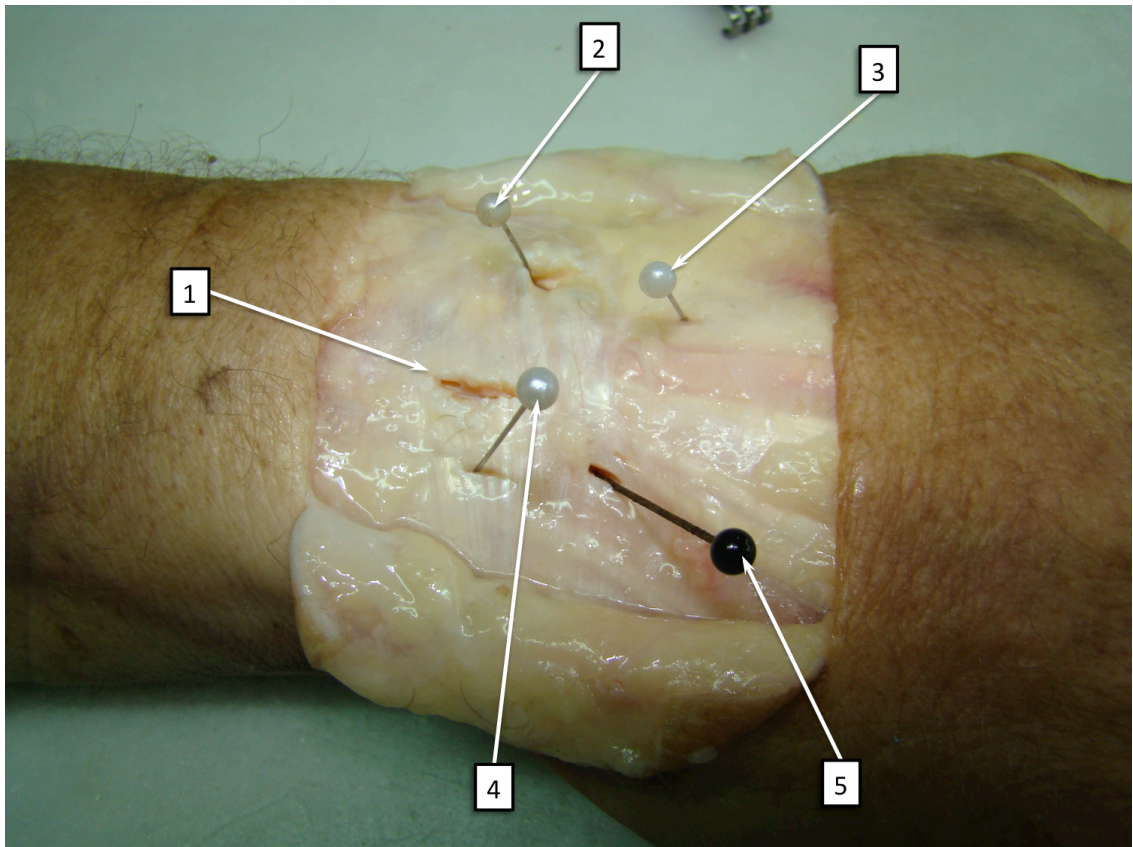


FIGURA 59. 1: Apertura longitudinal del retináculo extensor. 2: Portal radiocarpiano 3/4. 3: Portal mediocarpiano radial. 4: Portal radiocarpiano 6R. 5: Portal mediocarpiano ulnar.

La apertura del retináculo sobre el cuarto compartimento se ha realizado longitudinalmente, el tamaño medio ha sido de 13,6 mm.

En todos los especímenes coincide con la porción más ulnar del cuarto compartimento, por eso los tendones extensores se retraen hacia radial para abordar la cápsula dorsal.

LESIONES DE LAS RAMA SENSITIVA RADIAL Y ULNAR Y DE TENDONES EXTENSORES CON LA VÍA DE ABORDAJE Y APERTURA DEL RETINÁCULO.

No se ha producido ninguna lesión iatrogénica sobre las ramas sensitivas del nervio radial ni del nervio ulnar.

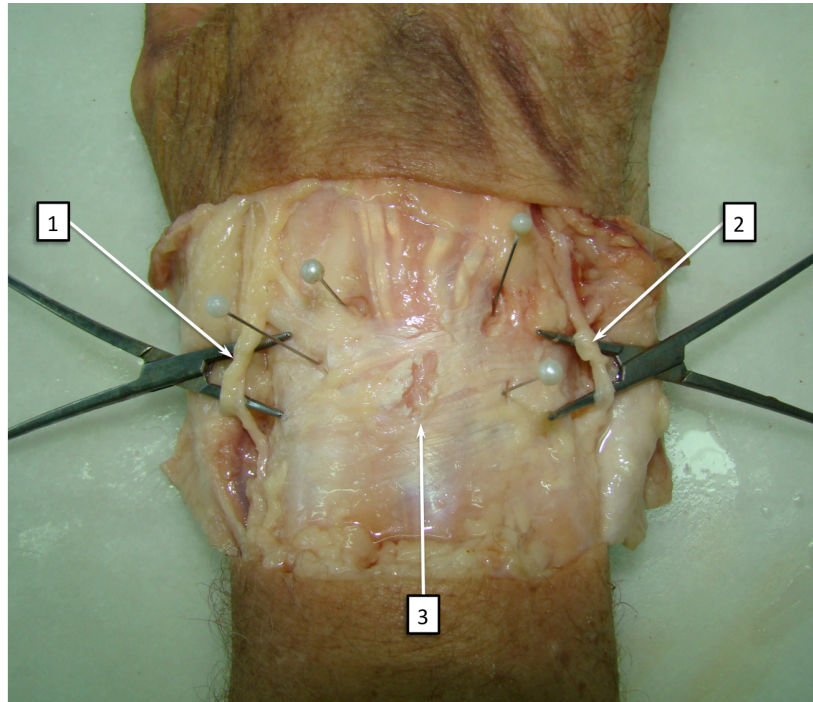


FIGURA 60. 1: Rama sensitiva del nervio radial. 2: Rama sensitiva del nervio ulnar. 3: Apertura longitudinal del retináculo extensor.

Al igual, tampoco se ha producido ninguna lesión iatrogénica sobre los tendones extensores, ni en la realización de los portales artroscópicos ni en la realización de las vías de abordaje.

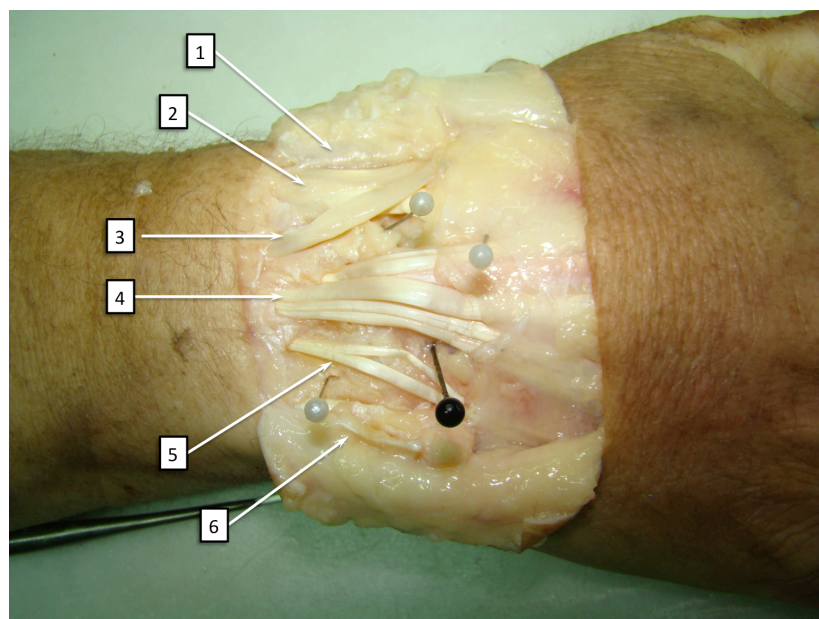


FIGURA 61. Imagen de la disección de los compartimentos extensores con los portales artroscópicos marcados. 1: Primer compartimento extensor. 2: Segundo compartimento extensor. 3: Tercer compartimento extensor. 4: Cuarto compartimento extensor. 5: Quinto compartimento extensor. 6: Sexto compartimento extensor.

CAPSULOTOMÍA

El tamaño medio de la capsulotomía que une el túnel del semilunar con la articulación radiocarpiana ha sido de 6,4 mm. Se realiza centrada sobre el semilunar, en el borde ulnar del suelo del cuarto compartimento extensor.

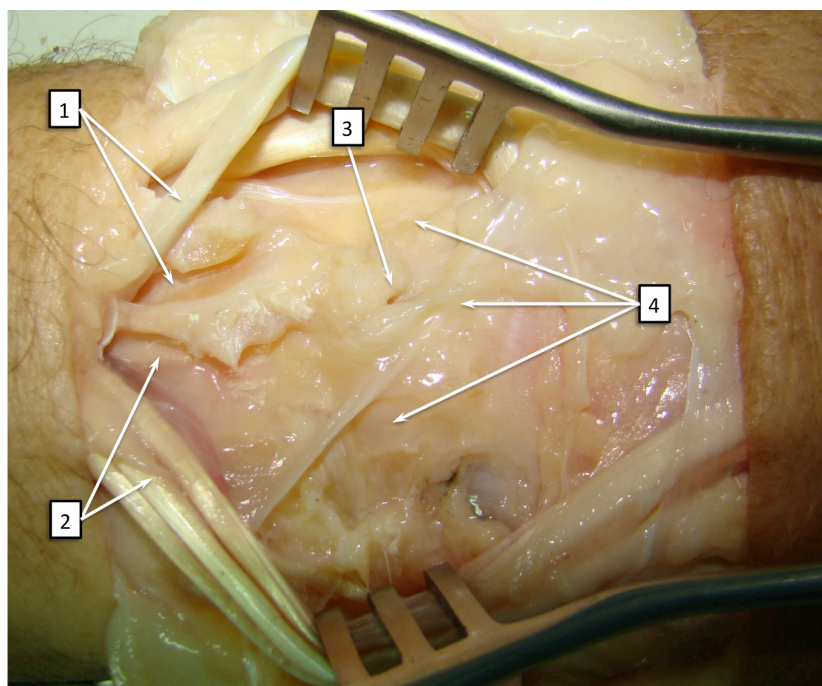


FIGURA 62. 1: Extensor largo del primer dedo y suelo de tercer compartimento extensor. 2: Extensor común de los dedos y suelo de cuarto compartimento extensor. 3: Capsulotomía. 4: Capsula dorsal del carpo.

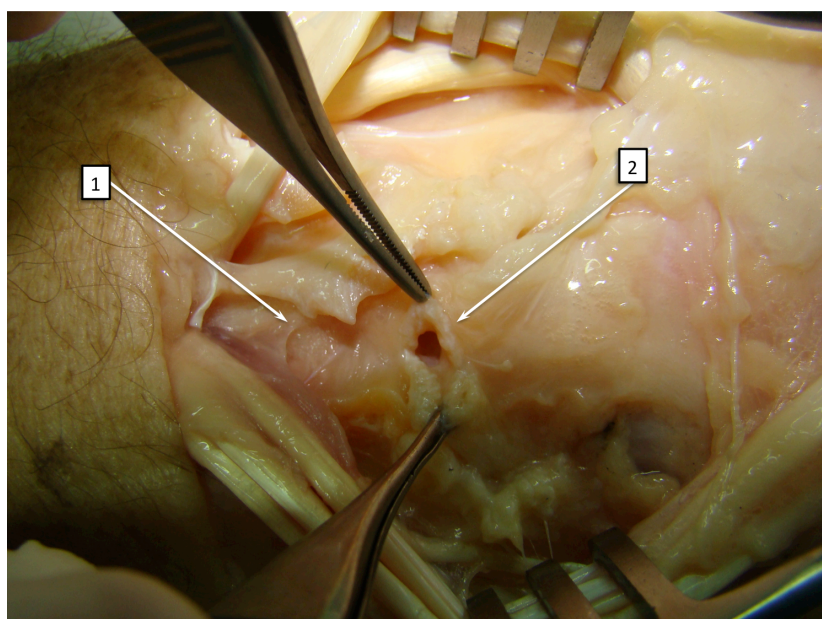


FIGURA 63. Detalle de la capsulotomía dorsal (tamaño medio de 6,4 mm). 1: Suelo cuarto compartimento extensor. 2: Capsulotomía.

VÍAS VOLARES PARA LA OBTENCIÓN DE LA PLASTIA

El tamaño medio de la vía volar sobre el tubérculo del escafoides ha sido de 22 mm, ésta es la distancia que separa el tubérculo del escafoides de la porción del flexor radial del carpo.

El tamaño de la incisión proximal sobre la vaina del flexor radial del carpo ha sido de 23 mm.

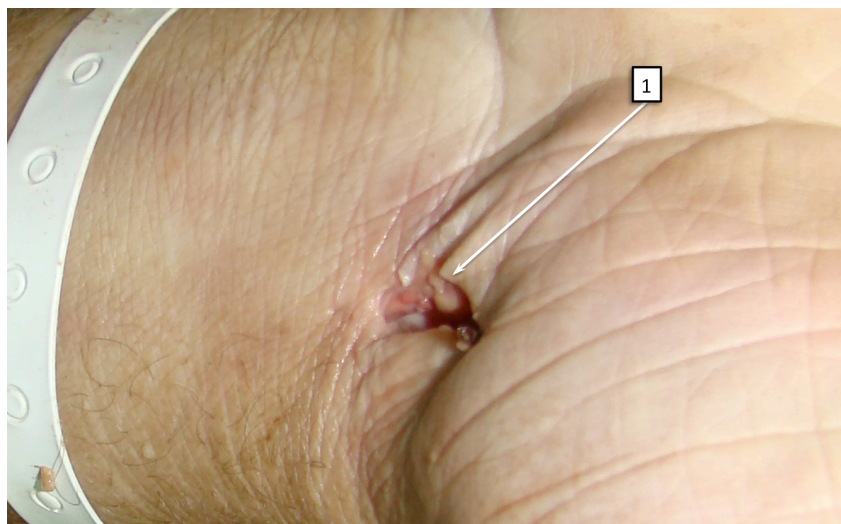


FIGURA 64. Vía volar sobre el tubérculo del escafoides, con un tamaño medio de 22 mm.

4.2.2 DISTANCIAS A ESTRUCTURAS DE RIESGO

Son cinco las estructuras anatómicas importantes que pueden estar en riesgo:

NERVIO INTERÓSEO POSTERIOR

Se puede lesionar al realizar la capsulotomía, ya que ésta se hace en el suelo del cuarto compartimento extensor y el nervio interóseo posterior se encuentra en este mismo compartimento. Sin embargo, como el nervio se encuentra en el borde radial del compartimento y los tendones extensores se desplazan hacia radial para exponer la cápsula, la lesión no es frecuente a pesar de la cercanía. De hecho, la distancia media ha sido de 7,4 mm y no se ha lesionado en ningún caso.

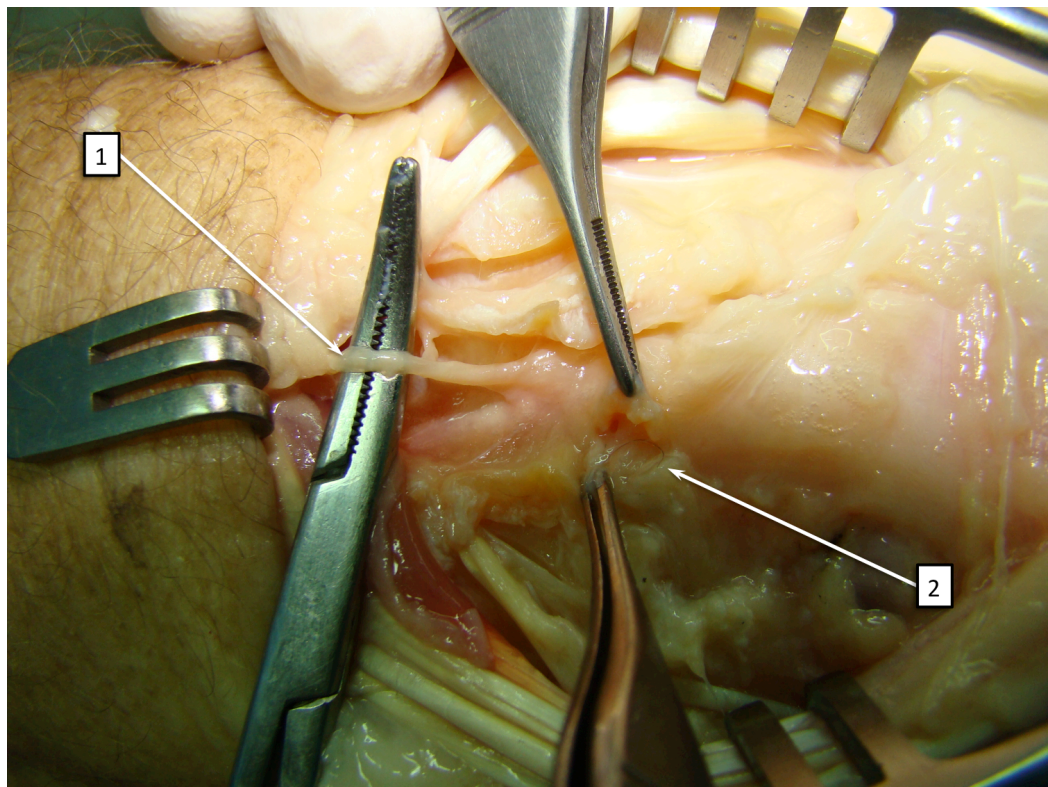


FIGURA 65. 1: Nervio interóseo posterior. 2: Capsulotomía

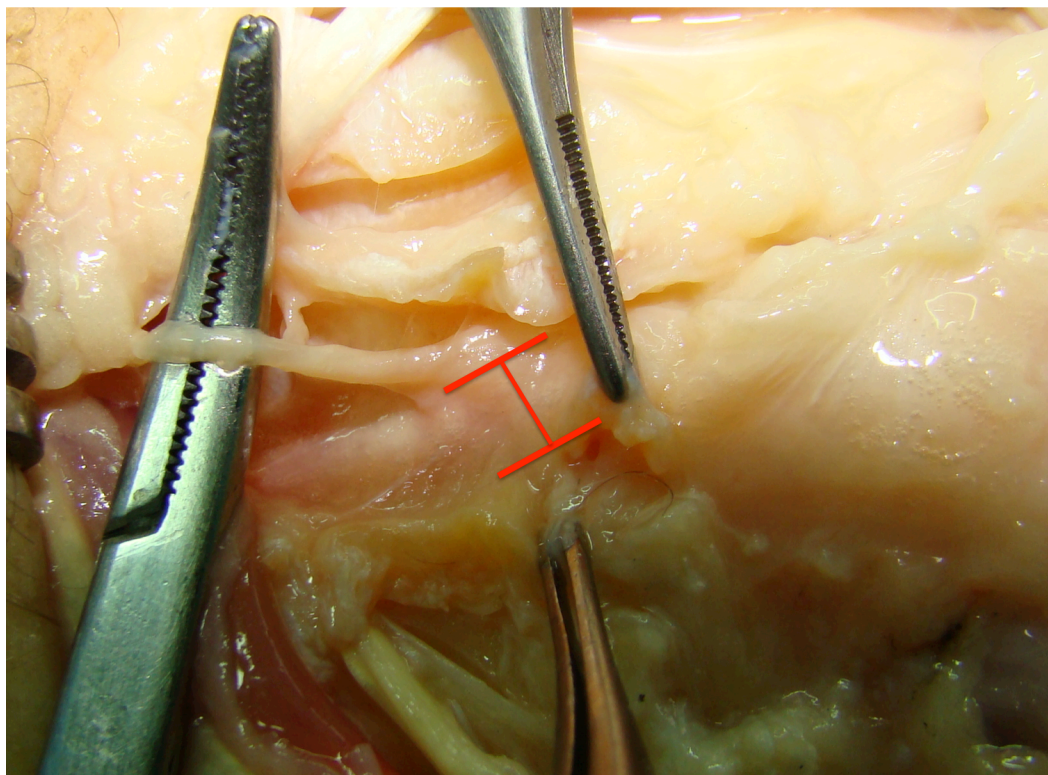


FIGURA 66. Detalle anatómico de la distancia del nervio interóseo posterior a la capsulotomía. La distancia media ha sido de 7,4 mm.

ARTERIA RADIAL Y ARTERIA RADIAL SUPERFICIAL

Un posible punto de lesión tanto de la arteria radial como de la rama superficial de la arteria radial es la salida por el tubérculo del escafoides de la aguja de kirschner o de la broca.

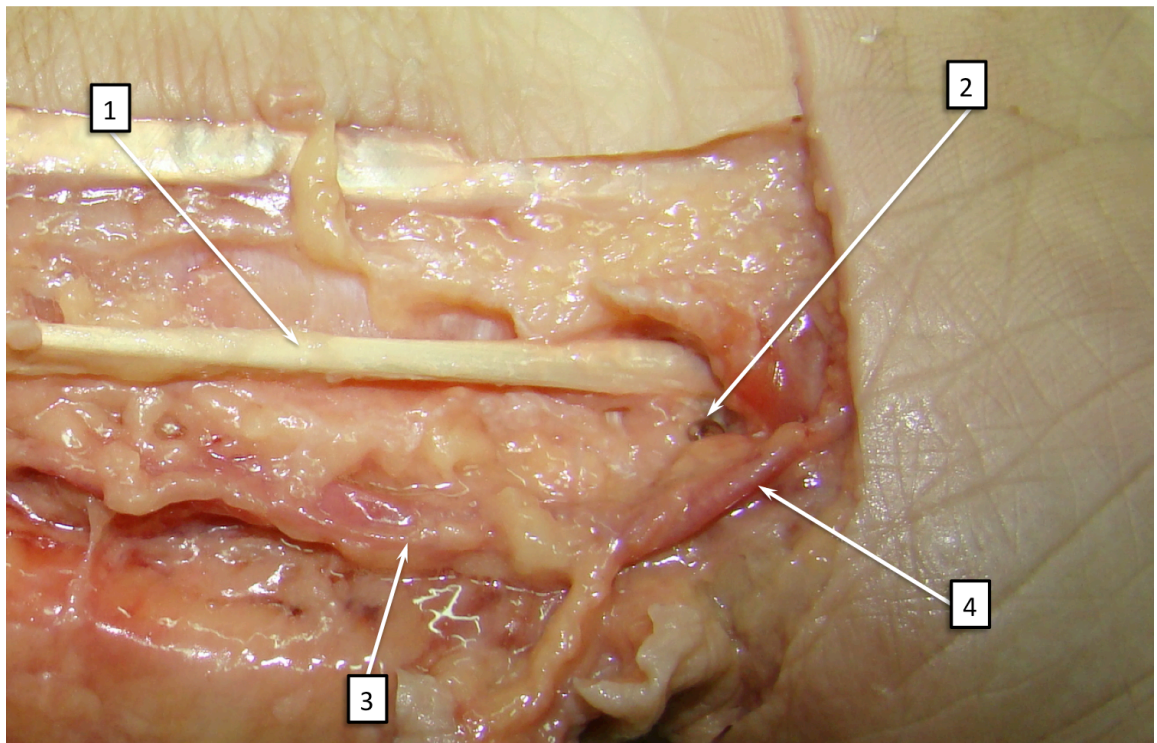


FIGURA 67. 1: Hemitendón del flexor radial del carpo tras la obtención de la plastia. 2: Punto de salida del túnel en el tubérculo del escafoides, se observa el tornillo de biotenodesis. 3: Arteria radial superficial. 4: Arteria radial.

La distancia media del orificio de salida del escafoides, a la arteria radial ha sido de 15,6 mm y a la arteria radial superficial de 10,6 mm.

En todos los casos, salvo en uno, la arteria radial superficial cruzaba la vía volar sobre el tubérculo del escafoides, por lo que se debe buscar siempre en esta incisión para ligarla o disecarla.

NERVIO MEDIANO Y RAMA SUPERFICIAL DEL NERVIO MEDIANO

El mayor riesgo de lesión de estas estructuras es en la realización de la vía de abordaje volar sobre el semilunar.

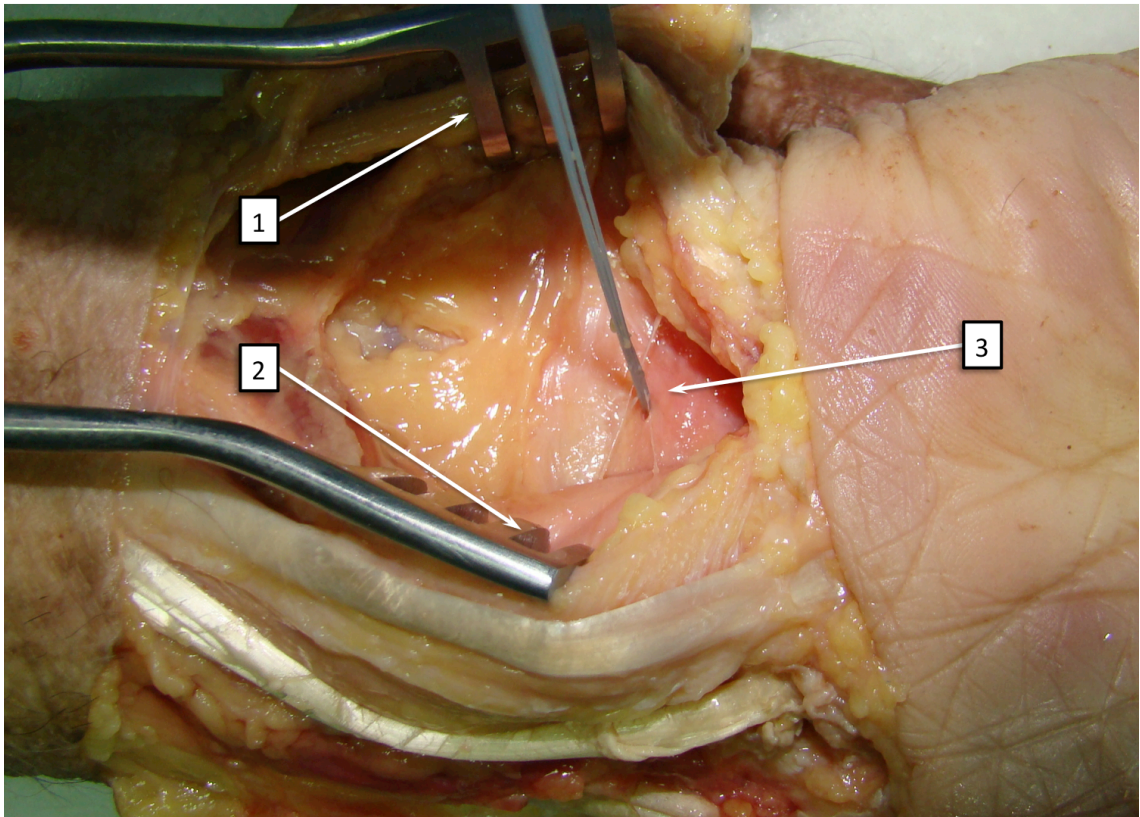


FIGURA 68. Disección volar en la que se observa el punto de salida de los hilos de la plastia. 1: Tendones flexores retraídos hacia radial. 2: Flexor ulnar del carpo y paquete vasculonervioso ulnar retraído hacia ulnar. 3: Punto de salida volar del túnel del semilunar, se observan la salida de los hilos de tracción de la plastia.

La vía usada es la misma que se usa para el portal volar radiocarpiano ulnar de la artroscopia de muñeca descrito por Slutsky (Slutsky 2004¹⁴⁷), en el que los tendones flexores se desplazan hacia radial, con lo que se protege el nervio mediano y el paquete vasculonervioso ulnar queda hacia ulnar.

La distancia desde la vía volar al mediano ha sido de 15 mm y a la rama superficial del nervio mediano de 19,4 mm.

En ningún espécimen se ha lesionado ninguna de estas dos estructuras nerviosas.

4.2.3 TAMAÑO Y COLOCACIÓN DE LA PLASTIA

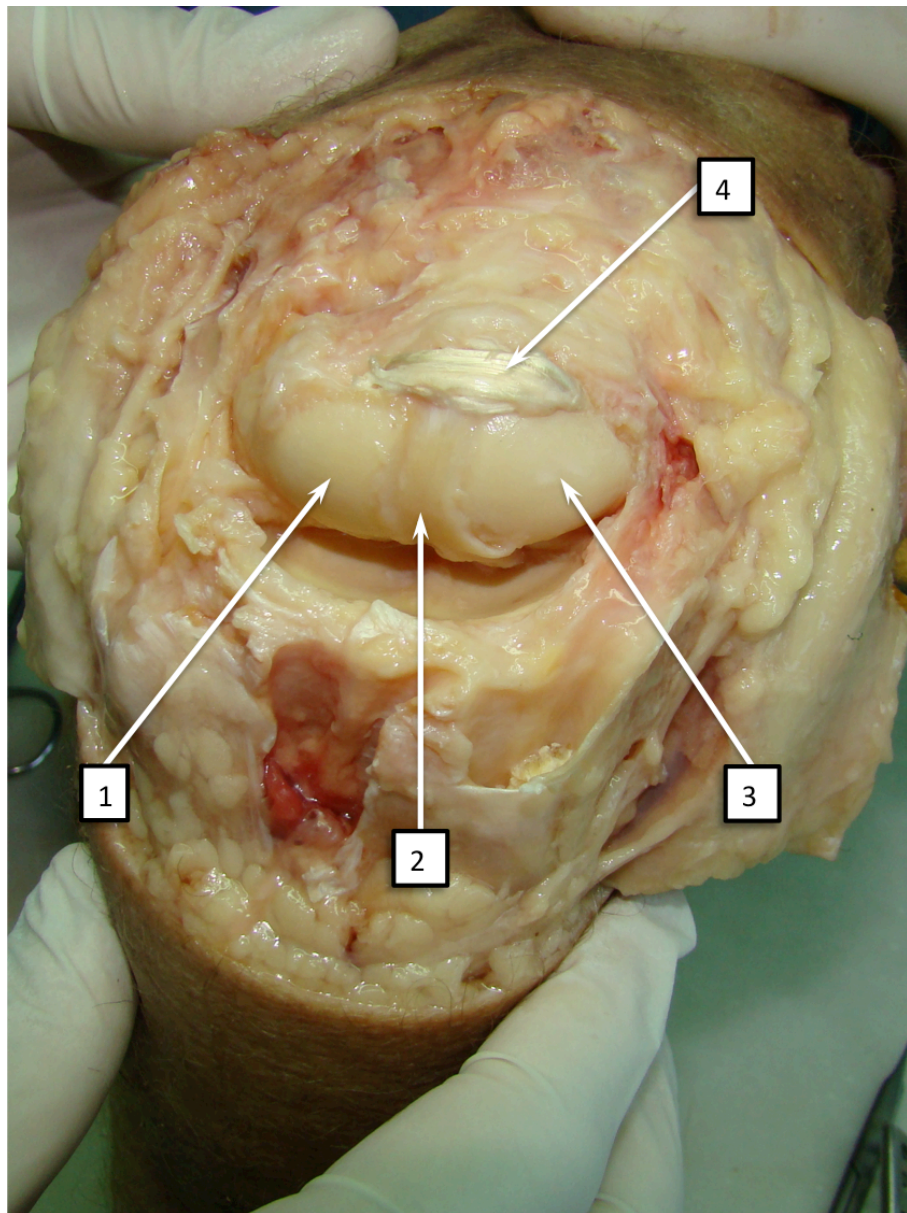


FIGURA 69. Al flexionar la muñeca se observa como la plastia reconstruye la porción más dorsal del ligamento escafolunar. 1: Semilunar. 2: Ligamento escafolunar. 3: Escafoides. 4: Plastia.

La plastia debe reconstruir la porción dorsal de ligamento escafolunar, en todos los casos la posición de la plastia ha sido correcta.

El tamaño de la plastia dorsal que reconstruye la porción dorsal del ligamento escafolunar ha sido de 4 mm de media en anchura y de 20 mm en longitud.

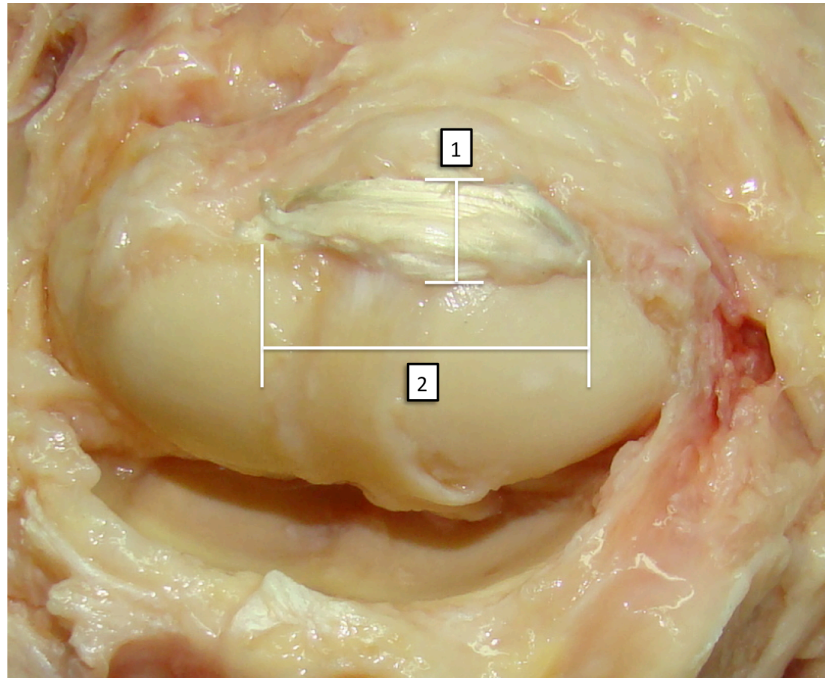


FIGURA 70. 1. Anchura de la plastia (media de 4 mm). 2: Longitud de la plastia (media de 20 mm).

La plastia se realiza sobre la porción dorsal del escafolunar. El punto de entrada en el escafoides debe ser 10 mm radial a la porción dorsal del ligamento escafolunar, en la disección en cadáver este punto se ha encontrado a una media de 9,8 mm.

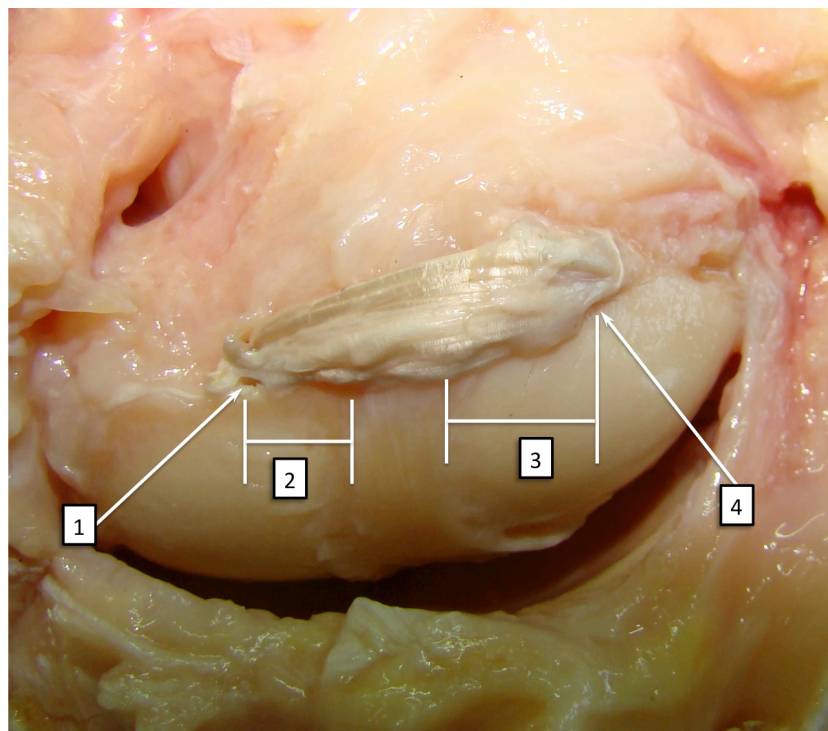


FIGURA 71. 1: Entrada del túnel del semilunar. 2: Distancia del túnel semilunar al ligamento escafolunar. 3: Distancia del túnel del escafoides al ligamento escafolunar. 4: Entrada del túnel del escafoides.

El punto de entrada en el semilunar debe estar centrado en el semilunar a la altura de la porción dorsal del ligamento escafolunar, en la disección se ha encontrado este punto a una media de 10,2 mm.

4.2.4 RESULTADOS DE LAS MEDIDAS TRAS LA DISECCIÓN ANATÓMICA

Tabla 6: Tamaño de vías de abordaje

NUMERO DE CASO	VÍA DORSAL SEMILUNAR	VÍA VOLAR ESCAFOIDES	VÍA PROXIMAL SOBRE FRC	VIAL VOLAR SEMILUNAR	APERTURA RETINÁCULO	CAPSULOTOMÍA
CASO I	17	20	25	14	14	7
CASO II	15	15	15	10	12	6
CASO III	14	25	30	13	13	6
CASO IV	19	20	19	13	14	5
CASO V	20	30	27	16	15	8
MEDIAS	17	22	23,2	13,2	13,6	6,4

Tabla 7 Distancias a estructuras de riesgo

NUMERO DE CASO	IPO - CAPSULOTOMÍA	TÚNEL - A. RADIAL SUPERFICIAL	TÚNEL - A. RADIAL	VÍA VOLAR - N. MEDIANO	VÍA VOLAR - RAMA SUPERFICIAL MEDIANO
CASO I	8	9	14	16	20
CASO II	8	11	16	10	15
CASO III	4	4	15	16	20
CASO IV	9	19	18	17	23
CASO V	8	10	15	16	19
MEDIAS	7,4	10,6	15,6	15	19,4

Tabla 8: Tamaño y colocación de la plastia

NUMERO DE CASO	TAMAÑO PLASTIA ANCHO	TAMAÑO PLASTIA LARGO	TÚNEL ESCAFOIDES - L. ESCAFOLUNAR	TÚNEL SEMILUNAR - L. ESCAFOLUNAR
CASO I	4	16	8	8
CASO II	4	16	6	10
CASO III	4	18	7	11
CASO IV	3	25	13	12
CASO V	5	25	15	10
MEDIAS	4	20	9,8	10,2

4.3 REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA “IN VIVO”

En el vídeo quirúrgico adjunto se presenta la técnica realizada en un paciente con una inestabilidad escafolunar dinámica.

4.3.1 DIFICULTADES TÉCNICAS ENCONTRADAS EN LOS PACIENTES INTERVENIDOS.

Hasta el momento actual se ha realizado esta técnica en 5 pacientes con inestabilidad escafolunar, 3 de ellos con una inestabilidad dinámica y 2 con una inestabilidad estática sólo en el plano coronal, que por tanto no tiene DISI (estadio tres según la clasificación de Kuo). Tanto el resultado clínico como radiológico será objeto de estudio clínico y radiológico y de una futura publicación cuando el número de pacientes intervenidos sea mayor.

La ligamentoplastia se consiguió en todos los pacientes con un tiempo de isquemia medio de 1 hora 42 minutos.

Las mayores dificultades técnicas y que consumieron mayor tiempo quirúrgico han sido cuatro:

REALIZACIÓN DE LOS TÚNELES:

Es difícil localizar el punto de entrada idóneo del escafoides, en la porción dorsal del escafolunar. Este punto se debe localizar bajo control radiológico tanto en el plano AP como lateral. El pronosupinar la muñeca hace que la aguja se deslice por la superficie ósea y se pierda el punto de entrada, ya que el sujetar el motor y mantener la posición de la aguja haciendo el movimiento de pronosupinación es complicado.

Otro detalle, es que es difícil conseguir la colocación precisa de la aguja en el escafoides y no sólo lleva tiempo sino que el realizar varios pasos puede debilitar un hueso que se va a perforar con una broca de 3 mm y hacer más probable su fractura.

PASO DE LA PLASTIA POR EL TÚNEL EN EL ESCAFOIDES:

Uno de los pasos más complicados es el paso de la plastia por el túnel del escafoides, ya que el túnel es sólo de 3 mm (mismo tamaño que la plastia) y la entrada del túnel está tapada por partes blandas.

Este paso ha sido complejo en los primeros pacientes, llegando incluso a romperse el bucle del suture lasso al traccionar de él.

LOCALIZACIÓN DEL TÚNEL DEL SEMILUNAR:

Si la incisión cutánea y la apertura del retináculo no se realizan centradas en el semilunar (donde se va a hacer el túnel), se complica la localización del túnel tanto para el paso de la plastia como para la fijación con el tornillo de biotenodesis.

FIJACIÓN DE LA PLASTIA EN LOS TÚNELES ÓSEOS:

Este ha sido el paso más complejo de toda la cirugía, ya que al no ser un tornillo canulado que pueda seguir una aguja guía y al ser un túnel pequeño, tapado por la plastia, del que no se tiene una visión directa, es difícil la colocación.

En el caso del túnel del semilunar es aún más difícil localizarlo si la vía no está centrada perfectamente en el túnel.

4.3.2 DETALLES TÉCNICOS QUE FACILITAN LA REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA.

Uno de los grandes problemas es el tiempo quirúrgico, ya que se aproxima al tiempo máximo de isquemia y aunque se puede realizar otra nueva isquemia, es complicado por la colocación del paciente y de la torre de tracción de muñeca, tener que desmontar todo y volver a hacer la isquemia. Por eso, lo ideal es realizar la intervención en una sola isquemia.

Los cuatro pasos comentados previamente son los que consumen más tiempo. Se detallan a continuación detalles técnicos que facilitan su realización:

REALIZACIÓN DE LOS TÚNELES:

Utilizar un abocath del 14 como guía, es útil para que no deslice la aguja de kirschner durante la pronosupinación, ya que la punta se clava en el hueso y se puede colocar en el punto exacto de forma más sencilla.



FIGURA 72: UN abocath del 14 sirve de guía para la aguja. Un cirujano sujeta el abocath y pronosupina la muñeca mientras otro utiliza el motor.

También es más sencillo conseguir una buena orientación para no realizar varios pasos de la aguja en el escafoides, ya que un cirujano se encarga de mantener la posición y el otro de sujetar el motor e introducir la aguja (fig. 72).

PASO DE LA PLASTIA POR EL TÚNEL EN EL ESCAFOIDES:

El tendón se suele bloquear en la entrada del túnel con las partes blandas. Para evitarlo, es fundamental exponer la entrada del túnel resecaando las partes blandas que lo rodean y no dilatándolo ya que, si el tamaño de la plastia es el adecuado (3mm), debe pasar sin dificultad por el túnel y si se dilata la entrada puede fallar la fijación con el tornillo de biotenodesis de 3 mm.

También es importante coger con el bucle sólo el extremo de la plastia y no una porción amplia que haga que sea grueso (fig. 73).

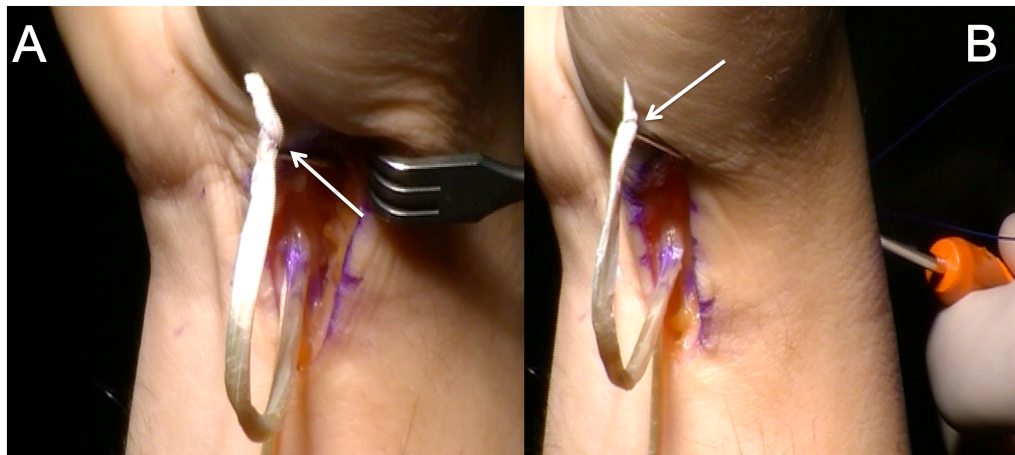


FIGURA 73: A: captura de plastia formando un bucle grueso que dificultará el paso por el túnel de 3 mm. B: captura de la plastia desde el extremo que facilita su paso por el túnel.

LOCALIZACIÓN DEL TÚNEL DEL SEMILUNAR:

Gran parte de la “facilidad o dificultad” técnica de la cirugía es por la localización del abordaje dorsal. Al tratarse de una técnica mínimamente invasiva, es fundamental que este abordaje esté centrado sobre la porción del semilunar en la que se va a hacer el túnel. Así será más fácil realizar la artrotomía bajo el túnel, el paso del bucle del suture lasso y sobre todo la fijación con los tornillos (fig. 74).



FIGURA 74: Vía centrada en el túnel del semilunar, facilita el paso de plastia a pesar del pequeño tamaño de la vía.

Para localizar correctamente la vía, es preferible localizar el punto del túnel en el semilunar previamente a realizar la incisión. Para ello es útil utilizar una aguja subcutánea y hacer control radiológico tanto en el plano AP como lateral y centrar posteriormente la vía en este punto (fig. 74).



FIGURA 75: Localización de túneles con la aguja subcutánea tanto en la proyección AP como en lateral. Vía centrada en la posición de la aguja.

FIJACIÓN DE LA PLASTIA EN LOS TÚNELES ÓSEOS:

Para facilitararlo se debe hacer bajo control radiológico, si aún así es difícil, se puede introducir el alambre del suture passing wire en el orificio, comprobar su correcta localización radiológica y colocar el tornillo tras retirarla cuidadosamente (fig. 76)



FIGURA 76: Localización radiológica del túnel

4.4 PROTOCOLO REHABILITADOR



Hospital Infanta Leonor

Comunidad de Madrid

HOSPITAL INFANTA LEONOR

Manual de Procedimiento:

PROTOCOLO REHABILITACIÓN LIGAMENTOPLASTIA ESCAFOLUNAR HTT



SERVICIOS:

Medicina Física y Rehabilitación

Cirugía Ortopédica y Traumatología

Responsable

Fecha

Elaboración Servicio de Traumatología y Rehabilitación

Revisión Área de RRHH. y Gestión del Conocimiento

Aprobación Dirección Gerencia

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Información propiedad del Hospital Infanta Leonor

Página 1 de 8

Código	Edición	En vigor
	Borrador	

1.- CONCEPTO

La causa más frecuente de inestabilidad carpiana es la lesión del ligamento escafolunar, por lo que existen diferentes técnicas abiertas para su tratamiento (capsulodesis, injertos HTH, ligamentoplastias, artrodesis, etc). Con el desarrollo de la artroscopia de muñeca las posibilidades terapéuticas mínimamente invasivas se amplían. La reconstrucción del ligamento escafolunar mediante esta nueva técnica quirúrgica, añade a las ventajas indiscutibles de la cirugía artroscópica las posibilidades de restitución, anatómica y funcional del ligamento de las técnicas abiertas. El tratamiento rehabilitador postoperatorio protocolizado es fundamental para el éxito de los resultados funcionales, acortando el tiempo de espera. El seguimiento de un médico rehabilitador guía el proceso y ayuda a estos objetivos.

2.- OBJETO

- Valoración inicial por parte del Médico Rehabilitador, tras cirugía Ligamentoplastia Artroscópica (Hueso-Tendón-Tenodesis), con el fin de obtener los datos clínicos necesarios para incluir o no al paciente en el protocolo de tratamiento.
- Realización de un tratamiento rehabilitador específico protocolizado precoz, por parte de un terapeuta ocupacional entrenado, para así disminuir las complicaciones, agilizar los tiempos de espera y conseguir mejores resultados funcionales.

3.- ALCANCE

Todos los pacientes remitidos al Servicio de Rehabilitación con diagnóstico de Inestabilidad escafolunar intervenidos quirúrgicamente de forma programada mediante la técnica Ligamentoplastia artroscópica (Hueso-Tendón-Tenodesis) en el Servicio de Traumatología del Hospital Infanta Leonor.

4.- METODO OPERATIVO

1. Interconsulta al Servicio de Rehabilitación por parte de Servicio de Traumatología tras Ligamentoplastia artroscópica (Hueso-Tendón-Tenodesis). Se solicitará dicha interconsulta en régimen hospitalario y se citará de forma preferente en consultas externas de Rehabilitación a los 10-15 días postcirugía.
2. El Servicio de Traumatología da las pautas iniciales y el anexo I del protocolo rehabilitador:
 - Férula de yeso posterior de muñeca en posición neutra.
 - Primera cura entre el 5-7 día.

PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

Código	Edición	En vigor
	Borrador	

- Ejercicios de movilización dedos y mano. 10 minutos cada hora "sin fuerza". Pautados
3. Valoración inicial por el médico rehabilitador a los 10 días del postoperatorio, tras la retirada de la férula de escayola y de los puntos de sutura por parte de su traumatólogo. Inclusión del paciente en el protocolo de tratamiento. En consultas externas se valora dolor, cicatriz quirúrgica, balance articular, balance muscular y funcionalidad, con el fin de añadir a la terapia ocupacional específica, otras técnicas terapéuticas como parafina, TENS, laser, etc a criterio del médico rehabilitador.
 4. Tratamiento rehabilitador específico por parte del terapeuta ocupacional entrenado, en sala de terapia ocupacional y en domicilio:
 - Realizar férula de termoplástico a los 10 días tras la cirugía: férula palmar, con base en antebrazo estática estabilizadora de muñeca en posición neutra
 - Continuar ejercicios de dedos y mano, instruir al paciente en su realización 10 minutos cada hora "sin fuerza".
 - Ejercicios de muñeca: "exclusivamente movimiento de "lanzador de dardos". Retirar férula 4 veces día 30 minutos cada vez.
 - Mantener férula siempre nocturna.
 4. Revisión por parte del médico rehabilitador a las 4 semanas del postoperatorio en consultas externas para valorar evolución, complicaciones, dolor, cicatriz quirúrgica, balance articular, balance muscular y funcionalidad, con el fin de añadir a la terapia ocupacional específica, otras técnicas terapéuticas como parafina, laser, etc a criterio del médico rehabilitador.
 - El paciente continúa tratamiento específico con las siguientes indicaciones:
 - Férula termoplástico sólo nocturna y de protección en momentos de riesgo.
 - Ejercicios de movilización dedos y mano. 10 minutos cada hora "con fuerza".
 - Ejercicios de muñeca completos. 4 veces día 30 minutos cada vez
 5. A las 6 semanas añadir al tratamiento rehabilitador específico:
 - Comenzar carga de 1 kg.
 - Utilizar Power Ball 4 veces día sin dolor
 6. A las 10 semanas:
 - Movilidad sin restricción.
 - Ejercicios contra resistencia.

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

Código	Edición	En vigor
	Borrador	

- Carga hasta 3 kg.
7. A las 12 semanas:
- Vida sin restricción.
 - Evitar deportes contacto y actividades de fuerza importante hasta el 4 mes.
8. Revisión en consultas externas por el médico rehabilitador a las 8 semanas del postoperatorio, para valorar evolución, cicatriz quirúrgica, balance articular, balance muscular y funcionalidad, con el fin de dar el alta al paciente del tratamiento, explicando pautas domiciliarias y dando una cita de revisión a las 12 semanas del postoperatorio
9. Revisión en consultas externas por el médico rehabilitador a las 12 semanas del postoperatorio, para valorar evolución, cicatriz quirúrgica, balance articular, balance muscular y funcionalidad, con el fin de valorar secuelas y alta definitiva.
10. Revisiones en Consultas Externas de Cirugía Ortopédica:
- Se valorará al paciente en la consulta de enfermería a los 10-15 días en la que se retiran de puntos.
 - Revisión a las 4 semanas, 8 semanas, 12 semanas, 6 meses y un año.
 - En estas revisiones se valorará la función de la mano con la escala DASH, la movilidad de la muñeca, la escala de dolor (EVA) y la fuerza de puño.

5. RECURSOS

1. Recursos Humanos:
- Médico Cirujano Traumatólogo
 - Médico Rehabilitador
 - Terapeuta Ocupacional
2. Recursos Materiales:
- Consultas externas
 - Sala de Terapia ocupacional.
 - Material para férulas: termoplástico de baja temperatura de 3,2 mm
 - Power ball
 - Material Terapia Ocupacional: Pinzas, presas, fuerza, destreza y manipulación.

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

Código	Edición	En vigor
	Borrador	

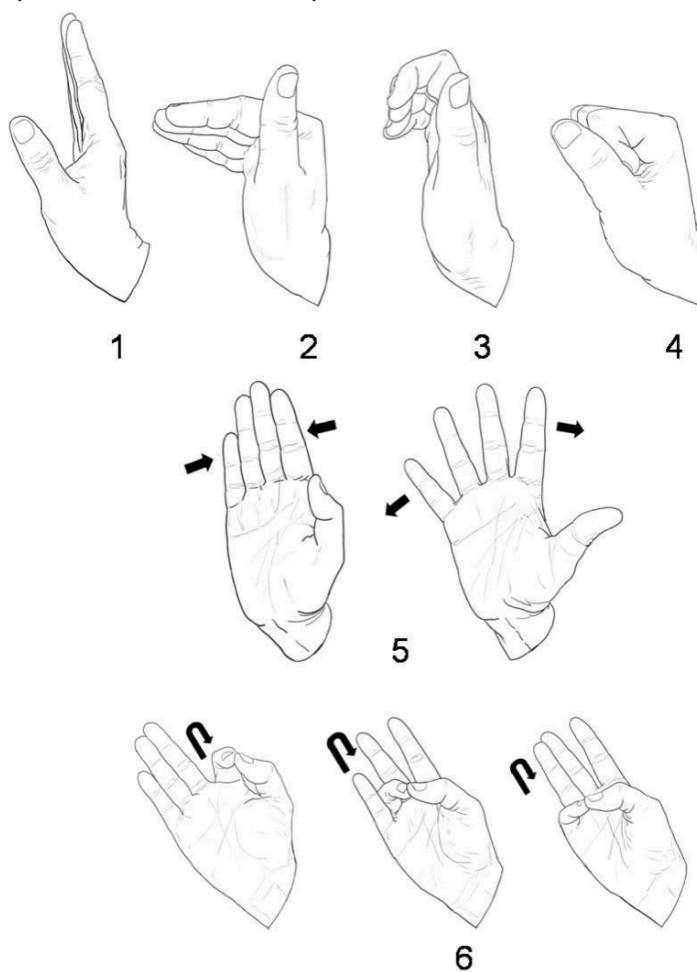
- Electroterapia: Láser, TENS, Ultrasonidos, Magnetoterapia, etc.
- Hidroterapia: Parafina, baños de contraste, etc.

PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

ANEXO I LIGAMENTOPLASTIA ESCAFOLUNAR (ENTREGAR AL PACIENTE)

POSTOPERATORIO INMEDIATO:

- Férula posterior de muñeca.
- 1ª cura en 48 horas.
- Ejercicios de movilización dedos y mano. 10 minutos cada hora "SIN FUERZA".

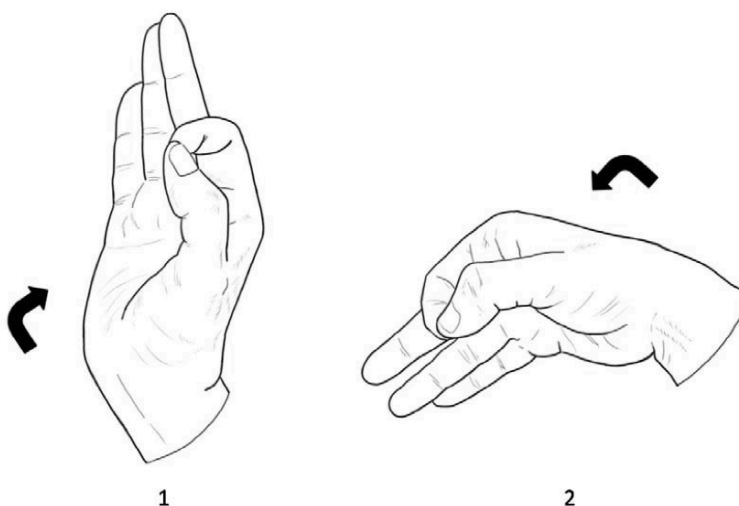


PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

ANEXO I LIGAMENTOPLASTIA ESCAFOLUNAR (ENTREGAR AL PACIENTE)

10-15 DÍAS:

- Retirar puntos.
- Retirar férula escayola y sustituir por férula de termoplástico.
- Continuar ejercicios de dedos y mano. 10 minutos cada hora "SIN FUERZA".
- Ejercicios de muñeca EXCLUSIVAMENTE MOVIMIENTO DE "LANZADOR DE DARDOS".
- Retirar férula 4 veces día 30 minutos cada vez.
- Mantener férula SIEMPRE NOCTURNA.

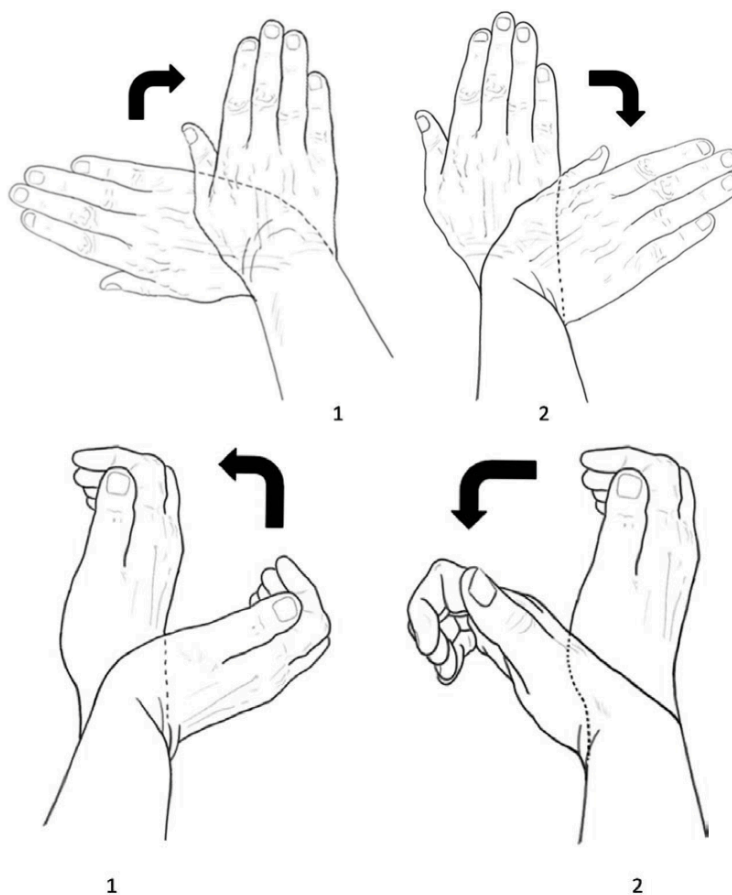


PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

ANEXO I LIGAMENTOPLASTIA ESCAFOLUNAR (ENTREGAR AL PACIENTE)

4 SEMANAS:

- Férula termoplástico sólo NOCTURNA y de protección en momentos de riesgo.
- Ejercicios de movilización dedos y mano. 10 minutos cada hora "CON FUERZA".
- Ejercicios de muñeca completos. 4 veces día 30 minutos cada vez.

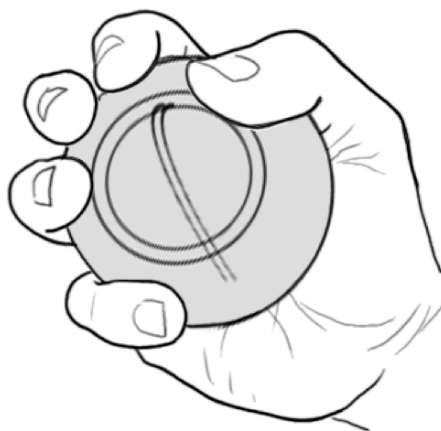


PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

ANEXO I LIGAMENTOPLASTIA ESCAFOLUNAR (ENTREGAR AL PACIENTE)

6 SEMANAS:

- Comenzar carga de 1 kg.
- Utilizar POWER BALL 4 veces día SIN DOLOR



10 SEMANAS:

- Movilidad sin restricción.
- Ejercicios contra resistencia.
- Carga hasta 3 kg.

12 SEMANAS:

- Vida sin restricción.
- Evitar deportes contacto y actividades de fuerza importante hasta el 4 mes.

PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

ANEXO II LIGAMENTOPLASTIA ESCAFOLUNAR (EN SALA DE TERAPIA OCUPACIONAL)

POST OPERATORIO INMEDIATO

- Férula posterior de muñeca
- 1ª cura en 48 h
- Ejercicios de movilización dedos y mano
- Los ejercicios ha de hacerlos el paciente en domicilio, durante 10 minutos cada hora SIN FUERZA

10 DÍAS



GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO



4 SEMANAS



PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO



Código	Edición	En vigor
	Borrador	

Ejercicios de muñeca completos. 4 veces día 30 minutos cada vez.



6 SEMANAS



GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Información propiedad del Hospital Infanta Leonor

Página 12 de 13

PROTOCOLO NORMALIZADO DE TRABAJO

Código

Edición

En vigor

Borrador



GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Información propiedad del Hospital Infanta Leonor

Página 13 de 13

4.5 APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO REHABILITADOR

El protocolo rehabilitador se ha aplicado a los cinco pacientes en los que se ha realizado la ligamentoplastia artroscópica, sin ninguna complicación.

En la tabla se presentan la movilidad en extensión y flexión de las muñecas intervenidas al terminar las 12 semanas del protocolo rehabilitador.

Nº CASO	EXTENSIÓN PREOP.	EXTENSIÓN 12 SEM.	FLEXIÓN PREOP.	FLEXIÓN 12 SEM.
I	65	60	60	60
II	90	85	90	70
III	90	70	90	70
IV	90	90	90	70
V	65	65	80	60

Tabla 9: Movilidad preoperatoria y al terminar el protocolo rehabilitador (12 semanas) en extensión y en flexión

Es decir, muchos pacientes sólo tras 12 semanas de la intervención, poseen una movilidad prácticamente similar a la que tenían preoperatoriamente. Este rango articular amplio y precoz es mucho mayor que el que se consigue habitualmente con técnicas abiertas en las que la inmovilización con agujas llega a las 6-8 semanas y en las que se tarda más tiempo en alcanzar un rango articular amplio.

En el seguimiento más a largo plazo, se ve como la movilidad sigue mejorando, llegando a ser prácticamente completa a los 5-6 meses en algún paciente. En cualquier caso, estos datos de movilidad, junto con los datos clínicos de fuerza y función y los datos radiológicos, exceden el objetivo de esta tesis, pero están siendo recogidos y son motivo de un estudio prospectivo que se presentará cuando el tiempo de seguimiento y el número de pacientes sea adecuado para tener conclusiones sobre los resultados reales de esta técnica.

5 DISCUSIÓN

5.1 JUSTIFICACIÓN ANATÓMICA

El ligamento escafolunar tiene forma de “C” con tres porciones. Estas son la zona dorsal, la membranosa y la volar (Berger 1996⁶).

Además existe un interés creciente sobre la inmunohistoquímica de los ligamentos carpianos y su relación con la función. La autora que ha realizado los trabajos más importantes sobre este tema es Hagert (Hagert y cols 2005⁹, Hagert y cols 2007¹⁰).

Basándose en las diferencias encontradas tanto en la composición estructural como en la inervación, los ligamentos de muñeca se pueden clasificar en ligamentos de importancia “mecánica” y ligamentos de importancia “sensitiva”. Los ligamentos “mecánicos” son los ligamentos con haces de colágeno densos y con una inervación limitada, están ubicados principalmente en el borde radial del carpo (columna de soporte de la fuerza de la muñeca). Los ligamentos “sensitivos”, por el contrario, están ricamente inervados aunque con un tejido conjuntivo menos denso, son ligamentos tanto dorsales como volares que se relacionan con el piramidal. Así, este hueso y sus uniones ligamentosas se consideran elementos clave en la generación de la información propioceptiva necesaria para la estabilización neuromuscular de la muñeca.

Al igual que Hagert ha realizado su estudio sobre el tipo de tejido e inervación de la de los ligamentos carpianos, Mataliotakis en 2009 ha realizado este mismo estudio exclusivamente en el ligamento escafolunar, atendiendo a las diferencias en composición e inervación de sus tres porciones (Mataliotakis y cols 2009¹¹).

La porción palmar del ligamento escafolunar consiste en estructura de tejido colágeno denso en su parte central rodeado de un tejido conectivo más laxo, con abundantes estructuras nerviosas. La porción dorsal tiene una estructura similar a la palmar, pero con una mayor densidad de tejido conectivo y menor inervación. Por último, la porción proximal o membranosa está formada por una matriz condral y tejido conjuntivo laxo, con presencia de estructuras nerviosas sobre todo en su zona más palmar.

Hagert clasifica los ligamentos carpianos en “mecánicos” y “sensitivos” y Mataliotakis hace esta distinción dentro del propio ligamento escafolunar. Así la porción dorsal tiene una función mayor en la limitación de movimiento y un menor potencial sensorial (porción “mecánica” del ligamento), mientras que la porción palmar, con mayor cantidad de tejido conjuntivo laxo y una rica inervación, tiene un papel sensorial más importante (porción “sensitiva” del ligamento).

Esta propuesta de “función del ligamento” en relación con sus características anatómicas e inmunohistoquímicas, se corresponde con el estudio más clásico que realizó Berger sobre la resistencia de las distintas porciones del ligamento escafolunar (Berger y cols 1999¹²). Así la porción dorsal, es la más resistente (260,3+/- 118,1 N), la porción volar es la siguiente en resistencia (117,9 +/- 21,3 N) y por último la porción membranosa, es la más débil (62,7 +/- 32,2 N).

Es decir, tanto estudios histológicos como biomecánicos, demuestran que la porción dorsal del ligamento escafolunar es la más resistente y la más implicada en la función motora. Por eso nosotros, al igual que otras muchas tenodesis, solo reparamos la porción dorsal del ligamento (Garcia-Elias y cols 2006⁹⁰, Brunelli y Brunelli 1995¹¹⁰, Van Den Abbeele y cols 1998¹¹¹).

La plastia que se ha decidido utilizar ha sido un hemitendón del flexor radial del carpo. Este tendón se usa frecuentemente en cirugías que necesitan un injerto tendinoso tanto para la reconstrucción escafolunar (Garcia-Elias y cols 2006⁹⁰, Brunelli y Brunelli 1995¹¹⁰, Van Den Abbeele y cols 1998¹¹¹), como para otros tipos de tratamiento como el de la rizartrrosis. En un estudio reciente “in vitro” se ha estudiado como influye la sección del flexor radial del carpo en la fuerza de la muñeca durante los distintos movimiento de la muñeca, los autores concluyen que los pacientes en los que se secciona este tendón se disminuye la fuerza de la muñeca en todos los movimientos, pero que el movimiento menos influido es el movimiento del “lanzador de dardos”. Es decir, es el tendón con menos acción en el movimiento más fisiológico e importante de la muñeca. Por eso creemos que es el más adecuado para usar como plastia, pero siempre siendo cuidadoso en su extracción y preservando la integridad de la mitad del tendón para que continúe ejerciendo su función mecánica.

5.2 JUSTIFICACIÓN BIOMECÁNICA

Esta reconocido que en ausencia de influencias musculares, con la carga el escafoides tiende a flexionarse y a pronarse, debido a su orientación oblicua respecto al eje longitudinal de la mano y a la relación oblicua de su superficie articular con la del trapecio y trapecoide (Green 2005³⁴). Este movimiento de flexión se contrarresta con el de extensión que realiza el piramidal sobre el semilunar, porque bajo carga, por la forma de su superficie articular con el ganchoso tiende a extenderse. Sin embargo, en las inestabilidades escafolunares el escafoides pierde sus estabilizadores y, por lo antes mencionado, tiende hacia la flexión y pronación, rotando sobre el ligamento radio-escafo-hueso grande (fig. 77).

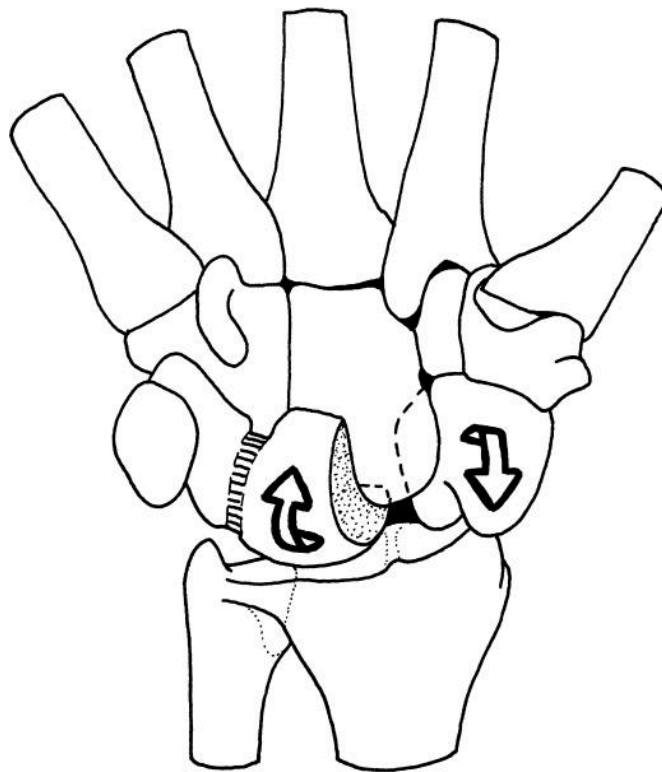


FIGURA 77. El escafoides tiende hacia la flexión y pronación mientras el semilunar lo hace hacia la extensión. Imagen tomada de (Green 2005³⁴).

Se ha comparado con dos cucharas que pierden su congruencia al desplazarse sus “mangos” (Watson y cols 1993⁶² , Watson y cols 1997⁶⁴) (fig. 78).

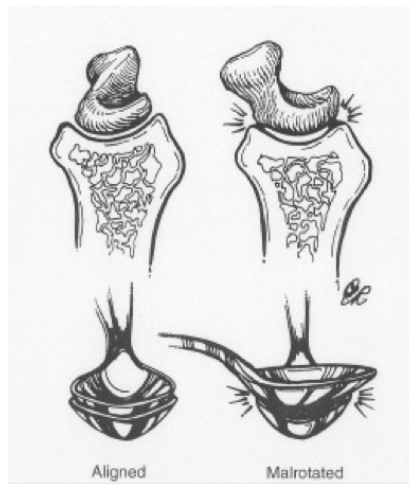


FIGURA 78. Las superficies de contacto se comparan con dos cucharas que se apoyan una sobre otra de forma congruente incluso en situaciones de carga. Con una inestabilidad escafolunar se desplaza a una posición más volar con lo que hay aumento de carga en los bordes del radio. Imagen tomada de (Watson y cols 1997⁶⁴).

Esto se ha corroborado en estudios en cadáver en los que se ve como el escafoides se flexiona y prona con la sección de los estabilizadores escafolunares y la repetición de 1000 ciclos de muñeca (Short y cols 2005⁵⁷).

La flexión y la pronación del escafoides es lo que hace que la primera localización de compromiso sea el margen dorso-radial del radio (fig. 79), que es donde comienzan los cambios degenerativos de la muñeca SLAC (Watson y cols 1993⁶², Watson y Ballet 1984⁶³, Watson y cols 1997⁶⁴).



FIGURA 79. La primera zona de conflicto es el margen dorsal del radio por el desplazamiento hacia posterior del escafoides en la inestabilidad escafolunar.

Con la realización de una ligamentoplastia se deben corregir la flexión y pronación del escafoides para que se evite la degeneración articular futura.

Con la técnica que proponemos se evita la flexión del escafoides, ya que la primera tenodesis sobre el túnel del escafoides reconstruye un estabilizador secundario (el complejo escafo-trapecio-trapezoideo) y mantiene en extensión el escafoides al mantenerlo unido a la base del segundo metacarpiano.

La pronación del escafoides se corrige con la segunda tenodesis, al traccionar de la plastia desde la zona volar del semilunar, se cierra la porción escafolunar dorsal, supinando el escafoides y evitando así el conflicto dorsal (fig. 8o).

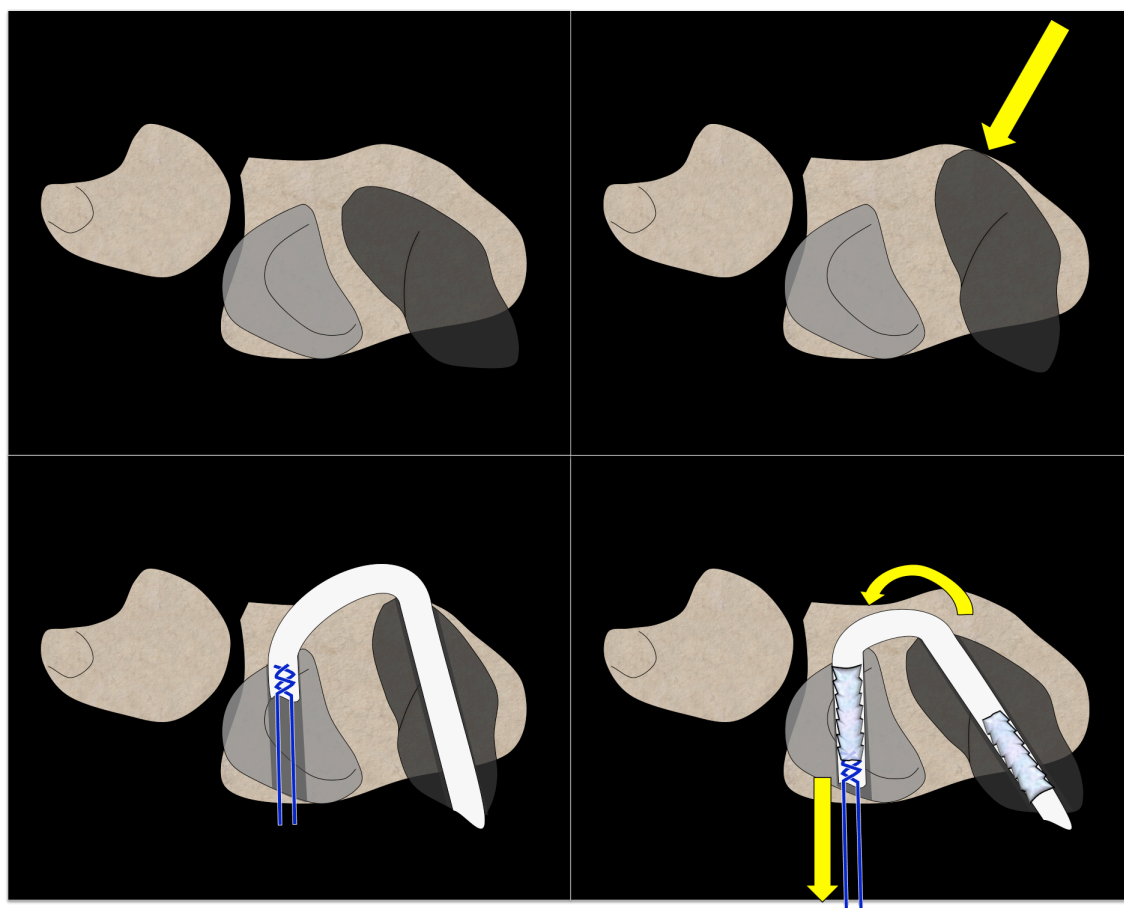


FIGURA 8o. A: Relación escafolunar normal. B: En la inestabilidad escafolunar el escafoides se proná existiendo conflicto en el margen dorsal del radio. C: Túneles y posicionamiento de la plastia. D: Al traccionar de la plastia el escafoides se supina evitando el conflicto en la zona dorsal del radio

5.3 JUSTIFICACIÓN TRATAMIENTO POSTOPERATORIO

Tan importante como la técnica quirúrgica es el protocolo postoperatorio, el cual se basa en la movilización precoz para poder conseguir un rango articular completo.

5.3.1 POSTOPERATORIO INMEDIATO

Inicialmente, con la férula de escayola, se comienzan con los ejercicios de los dedos, estos son los conocidos como el "six-pack exercises" y evitan la tumefacción y edema en los dedos.

En estudio de cinética del carpo, se ha visto como durante la realización de la pinza, la fuerza trapecio-metacarpiana puede alcanzar valores de 1.5 a 4.2 veces mayor que la aplicada por los dedos. De la misma forma, la fuerza que se transmite desde los metacarpianos al carpo puede alcanzar valores superiores a 10 veces la fuerza aplicada en la punta de los dedos (Garcia-Elias 1997⁴⁶). Además, la imagen radiográfica más usada para la estabilidad dinámica es la radiografía con el puño cerrado, por eso aunque se debe insistir en la movilización de la mano y dedos, se debe evitar la realización de fuerza con estos movimientos, sobre todo el puño cerrado, ya que se podría sobrecargar la plastia en un momento muy temprano.

5.3.2 DIEZ- QUINCE DÍAS POSTOPERATORIO

Tras la retirada de los puntos de sutura, se coloca una férula de termoplástico en una posición neutra, que permite retirarla para hacer los ejercicios. Estos consisten en conseguir una movilidad precoz de la articulación mediocarpiana. Ya se ha visto en el apartado de cinemática, como el movimiento del "lanzador de dardos" que es un movimiento de extensión radial a flexión ulnar se realiza fundamentalmente en la articulación mediocarpiana (Crisco y cols 2005³⁰), existiendo muy poco movimiento en los huesos de la hilera proximal. Por eso, se permite un movimiento precoz de

“lanzador de dardos”, porque al existir muy poco movimiento entre estos huesos, no se somete a tensión la plastia, que todavía no se encontrará integrada. Otro artículo en el que se basa la movilización precoz, es el de Upal (Upal y cols 2006⁴⁴). En este estudio se valora la tensión que existe en las distintas porciones del ligamento escafolunar con los distintos movimientos, muestra como en el movimiento del lanzador de dardos, prácticamente no existe elongación ni acortamiento de ninguna de las porciones, ya que no existe movimiento escafolunar. Por eso, con este tipo de movimiento no debería dañar la plastia.

El resto de movimientos de los dedos se debe seguir realizando sin fuerza, como ya se ha explicado.

5.3.3 CUARTA SEMANA POSTOPERATORIA

A partir de la cuarta semana, cuando la integración de la plastia es mayor, se comienzan los ejercicios de flexo-extensión y desviación ulnar y radial. Deben ser progresivos y recordar que el movimiento que más tensa la porción dorsal es la flexión forzada (Upal y cols 2006⁴⁴), por lo que “forzar” los últimos grados de flexión se debe intentar evitar en estas primeras semanas.

5.3.4 SEXTA SEMANA POSTOPERATORIA

A las seis semanas se permite comenzar con carga pequeña y se comienzan los ejercicios de potenciación muscular. Estos se realizan con el “power ball”, que ha demostrado su utilidad en la potenciación muscular sobre todo para conseguir mejorar la propiocepción (Balan y Garcia-Elias 2008¹⁴⁸).

La carga se debe comenzar en los movimientos centrales de la muñeca, que ya se ha visto como son fundamentalmente de la articulación mediocarpiana, con poco movimiento de la hilera proximal del carpo.

5.3.5 DECIMA SEMANA POSTOPERATORIA

A partir de la décima semana, se permite una movilización sin restricción y una carga de peso progresiva hasta 3 kg.

A partir del tercer mes se permite unas actividades manuales sin restricción salvo actividades de fuerza importantes o deportes de contacto que deben evitarse hasta el cuarto mes.

5.4 VENTAJAS TEÓRICAS DE LA LIGAMENTOPLASTIA ARTROSCÓPICA

Son las derivadas tanto de las desventajas del tratamiento actual, abierto y artroscópico, como de sus puntos positivos. Así se aúna un tratamiento mínimamente invasivo de la artroscopia de muñeca, con una reconstrucción ligamentosa real que se realiza con la cirugía abierta.

5.4.1 RECONSTRUCCIÓN DE LA PORCIÓN DORSAL DEL LIGAMENTO ESCAFOLUNAR Y DE LOS ESTABILIZADORES SECUNDARIOS

Una de las mayores ventajas de esta técnica respecto al tratamiento artroscópico actual, ya que este no tiene buen resultado en lesiones completas y crónicas porque no reconstruyen anatómicamente el ligamento y por tanto no corrigen su función mecánica lesionada.

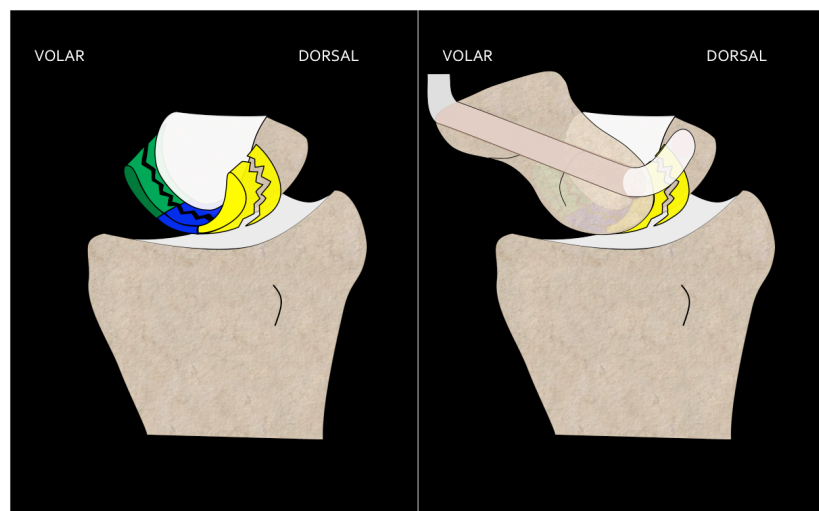


FIGURA 81. La lesión completa del ligamento escafolunar tiene muy poca capacidad de cicatrización en lesiones crónicas, ni el desbridamiento, ni la vaporización ni las agujas consiguen corregir la función mecánica. Con una ligamentoplastia se consigue reconstruir la porción dorsal, que es la más resistente y la mas implicada en la mecánica.

Con la ligamentoplastia se consigue una verdadera reconstrucción ligamentosa de la porción dorsal de ligamento escafolunar que es la más resistente y la más implicada en

la mecánica (fig. 81), como ya se ha visto. También se reconstruyen los estabilizadores secundarios, lo que hace que se consiga mejorar la mecánica de la inestabilidad a dos niveles.

En la inestabilidad escafolunar ya se ha visto como el escafoide se flexiona, prona y desplaza hacia dorsal. Por eso la primera zona de conflicto es la porción dorsorradial del radio. Con esta reconstrucción se consiguen tres efectos sobre el escafoide:

- Se extiende, mediante la primera biotenodesis.
- Se supina, al tensar la plastia y cerrar el espacio dorsal se corrige la pronación del escafoide.
- Se evita el desplazamiento dorsal al supinar y extender el escafoide.

5.4.2 DISMINUCIÓN DE LA LESIÓN DE PARTES BLANDAS

Es evidente que el abordaje abierto clásico dorsal de Berger tiene mayor lesión de partes blandas que el artroscópico y por tanto mayor tejido cicatricial y mayor probabilidad de que el abordaje en sí mismo limite la movilidad de la muñeca.

En el estudio de disección se ha visto como la lesión de partes blandas es mínima, con la realización de 4 portales artroscópicos y 4 vías de abordaje, dos para la obtención del injerto que son las que tradicionalmente se realizan, una para la tracción volar de la plastia, que no llega a perforar la cápsula volar y solo realiza una disección roma sobre los tendones flexores y sólo una que realmente realiza una capsulotomía, esta incisión dorsal tiene una longitud cutánea de 17 mm, una apertura longitudinal del retináculo de 13,6 mm y una capsulotomía longitudinal de 6,4mm. Es decir, comparado con la capsulotomía y abordaje dorsal habitual del carpo, en el que se hace una incisión cutánea de 8-10 cm, en el que se abre totalmente el retináculo exponiendo, al menos, el segundo, tercer y cuarto compartimentos extensores y una capsulotomía muy amplia, la lesión de partes blandas es mínima (fig. 82).

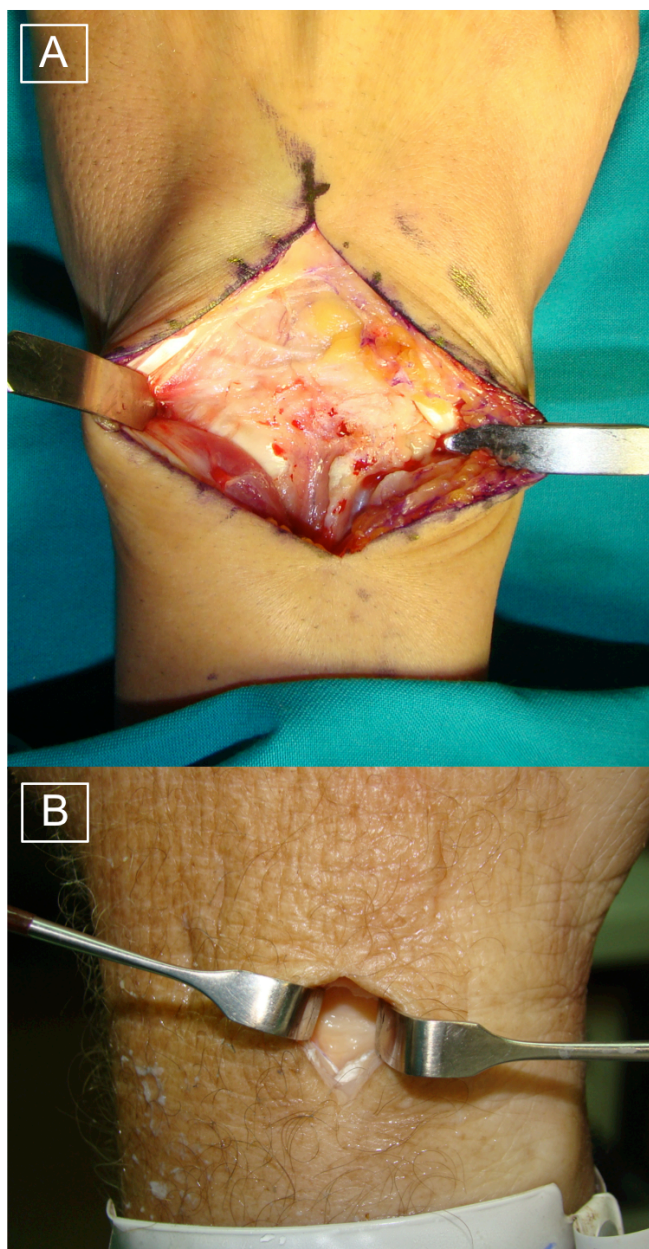


FIGURA 82. A: Vía de abordaje dorsal para la exposición de la cápsula dorsal en cirugía abierta. B: Vía de abordaje para la exposición de la capsula dorsal en la ligamentoplastia artroscópica.

Además, en la realización del abordaje abierto, se pueden dañar estructuras como las ramas sensitivas del nervio ulnar y del nervio radial al levantar los colgajos cutáneos, los tendones extensores al abrir el retináculo y los ligamentos interóseos (escafolunar y lunopiramidal) al realizar la capsulotomía.

Hemos visto como con la técnica propuesta las ramas sensitivas ulnar y radial se encuentran muy lejos de las vías de abordaje, cómo la apertura del retináculo es sólo parcial y sólo del cuarto compartimento, cómo la visualización directa de los

extensores hace excepcional su lesión y cómo la capsulotomía centrada en el semilunar y bajo control artroscópico hace improbable la lesión iatrogénica de ligamentos interóseos.

Por último, la capsulotomía dorsal de Berger, a pesar de realizarse en la dirección del ligamento radiocarpiano e intercarpiano dorsales, los daña y genera un tejido cicatricial en su interior, perdiendo seguramente parte de sus propiedades biomecánicas. Sabemos que son estabilizadores secundarios de la articulación escafolunar y que para que aparezca una inestabilidad estática deben estar lesionados.

Por eso, mantenerlos indemnes en el abordaje carpiano debe ser un objetivo primordial en el tratamiento de esta patología. En el abordaje artroscópico no se lesiona ninguna de estos ligamentos y se observa como la plastia queda justo bajo el ligamento intercarpiano dorsal (fig. 83).

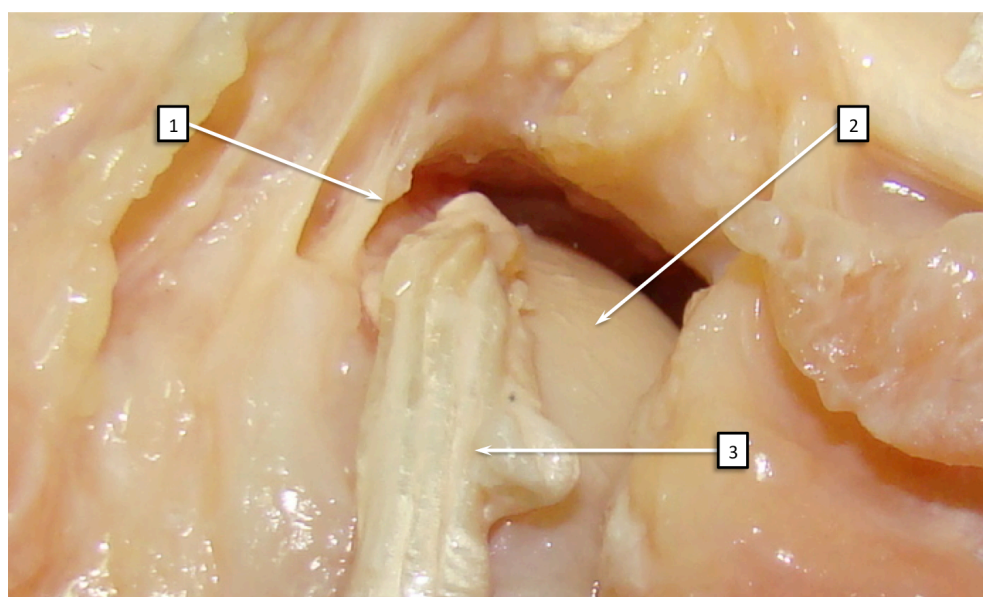


FIGURA 83. 1: Unión de ligamento intercarpiano dorsal a escafoides. 2: Plastia bajo cápsula dorsal. 3: Escafoides.

5.4.3 EVITAR LA LESIÓN DE LA PROPIOCEPCIÓN

Mediante la capsulotomía dorsal de Berger, como ya se ha visto, se secciona siempre el nervio interóseo posterior (voluntaria o involuntariamente) y por tanto el nervio que

mayoritariamente recoge la información de la cápsula dorsal y de los dos ligamentos más “sensitivos del carpo”, el intercarpiano dorsal y el radiocarpiano dorsal. En el estudio anatómico tras la realización de esta técnica artroscópica, hemos visto como el nervio interóseo posterior se encuentra muy cerca de la capsulotomía (a una distancia media de 7,4 mm), ya que esta se encuentra en el suelo del cuarto compartimento extensor y el nervio lo hace en el borde radial de este compartimento. Pero en ningún espécimen se ha lesionado, con lo que se esta técnica mantiene indemne la propiocepción dorsal de la muñeca (fig. 84).

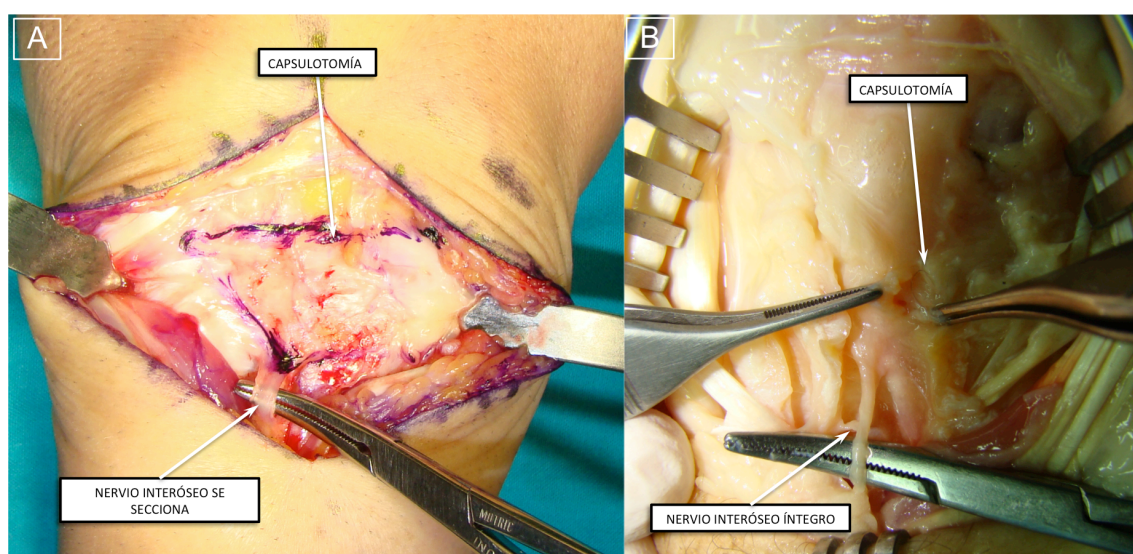


FIGURA 84. A: Con la capsulotomía dorsal se secciona el nervio interóseo posterior. B: Con la capsulotomía de la ligamentoplastia artroscópica no se ha seccionado el nervio en ningún espécimen.

Al mantener la integridad del nervio interóseo posterior, se recoge la información sensitiva de los ligamentos dorsales (sensitivos) del carpo, se mantiene íntegro el sistema sensoriomotor y por tanto la función de los estabilizadores secundarios.

5.4.4 EVITAR INMOVILIZACIÓN PROLONGADA

Tanto los tratamiento abiertos como los artroscópicos, exigen una inmovilización postoperatoria de entre 6 y 8 semanas.

El postoperatorio de la técnica propuesta es mucho menor, permitiendo una movilización, a partir de la segunda semana, exclusiva del movimiento de “lanzador de

dardos”, que ya hemos visto como es fundamental para la mecánica de la muñeca y que es predominantemente mediocarpiano, sin movimiento de la hilera proximal, por lo que no se sobrecargará la plastia. A partir de la cuarta semana es cuando se permite el resto de movimientos de la muñeca (flexo-extensión y desviación ulnar y radial). A partir de la sexta semana se comienza con ejercicios de propiocepción con el “powerball”. No es hasta la 10 semana cuando se permite la carga progresiva de la muñeca.

Es decir, comparado con las técnicas abiertas o artroscópicas, en las que el paciente permanece inmovilizado hasta 8 semanas, con este protocolo postoperatorio el paciente llevaría en ese momento 6 semanas moviendo la articulación mediocarpiana, 4 realizando un rango articular completo y 2 con ejercicios de propiocepción.

5.5 NECESIDAD DE UNA NUEVA TÉCNICA MÍNIMAMENTE INVASIVA

La cirugía mínimamente invasiva y el tratamiento artroscópico de lesiones traumatológicas se está extendiendo en la práctica habitual debido a sus beneficios en menor lesión de partes blandas y mejor y más rápida recuperación.

El ligamento escafolunar, se puede comparar con otros ligamentos de otras articulaciones en los que las técnicas artroscópicas están mucho más desarrolladas, por ejemplo, con el ligamento cruzado anterior de la rodilla.

Tanto el ligamento cruzado anterior como el ligamento escafolunar son estabilizadores articulares primarios, la lesión de ellos dos condiciona una inestabilidad articular que, con el paso del tiempo, puede desencadenar la aparición de cambios degenerativos.

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior se comenzó a hacer hace años de forma abierta, pero hoy en día la mayoría de los cirujanos lo realizan de forma artroscópica debido a sus beneficios indudables y el desarrollo del instrumental para realizarlo, ha sido acorde a la expansión de esta técnica.

De la misma forma, antiguamente se realizaba una inmovilización prolongada de la plastia, pero hoy en día la rehabilitación cada vez es más agresiva y precoz, ya que la fijación de la plastia se realiza con implantes que lo permiten.

De la misma forma, creemos que la reconstrucción del ligamento escafolunar se beneficiaría de realizarla mediante artroscopia y con una movilización precoz. Con esta técnica y la fijación de la plastia con los tornillos de biotnodesis se puede conseguir los beneficios de la cirugía abierta reconstruyendo el ligamento sin necesidad de hacerlo de forma abierta y realizando una movilización precoz de la articulación.

5.6 RIESGOS

Existen fundamentalmente dos riesgos: las fracturas perioperatorias y la necrosis ósea de los huesos tunelizados.

5.6.1 FRACTURA PERIOPERATORIA

Se puede producir una fractura en los huesos carpianos tanto en el momento de la cirugía, de forma intraoperatoria como en el postoperatorio o más adelante por haberse debilitado los huesos con la tunelización.

Para evitar ambos problemas, es fundamental la correcta colocación de las agujas guías. Se debe comprobar con el fluoroscopio que están colocadas en la posición correcta siguiendo el eje tanto del escafoides como del semilunar. Incluso si existe dudas se debe controlar bajo artroscopia que no se está penetrando dentro de la articulación con el brocado.

5.6.2 NECROSIS ÓSEA

Es teóricamente el riesgo más grave y deriva de tunelizar huesos del carpo en los que la necrosis avascular no es infrecuente como son el semilunar y el escafoides.

La necrosis avascular ósea ocurre por la lesión de la vascularización del escafoides y del semilunar. Para aceptar este riesgo se debe justificar que su lesión es muy improbable con la realización de esta técnica

ESCAFOIDES

Ya se ha visto en el apartado de vascularización del escafoides como en los estudios de Gelberman (Gelberman y Gross 1986¹⁴, Gelberman y Menon 1980¹⁵, Gelberman y cols 1983¹⁶, Panagis y cols 1983¹⁷) se demuestra que los vasos que entran por la zona dorsal del escafoides proporcionan del 70% al 80% de la irrigación intraósea y como estos vasos dorsales en el 70% de los casos nacen directamente de la arteria radial, en

el 23%, tiene su origen en el tronco común de la arteria intercarpiana (rama de la arteria radial) y en el 7%, lo hacen tanto de la arteria radial como de la intercarpiana. También se demuestra que no existe una irrigación dorsal a través del ligamento escafolunar ni tampoco a través de la zona cartilaginosa.

Por otro lado, la irrigación palmar proporciona del 20% al 30% de la vascularización intraósea (sobre todo para la región del polo distal). Son numerosas ramas más pequeñas que nacen directamente de la arteria radial o de la rama palmar superficial, pero, cuando esto ocurre, existe de forma constante anastomosis entre la rama palmar de la arteria interósea anterior y las ramas palmares del escafoides.

El punto de entrada del túnel del escafoides se encuentra lejos de la entrada de los vasos dorsales, por lo que es muy improbable su lesión con la realización del túnel óseo (fig. 85). Más probable es la lesión de la arteria radial superficial, pero hemos visto como la mayor parte de las veces, la irrigación volar nace de la arteria radial, por lo que no se vería afectada incluso si se ligase la arteria radial superficial y en los casos en que nacen de la arteria radial superficial, existen siempre anastomosis con la arteria interósea anterior, lo que aseguraría la irrigación volar.

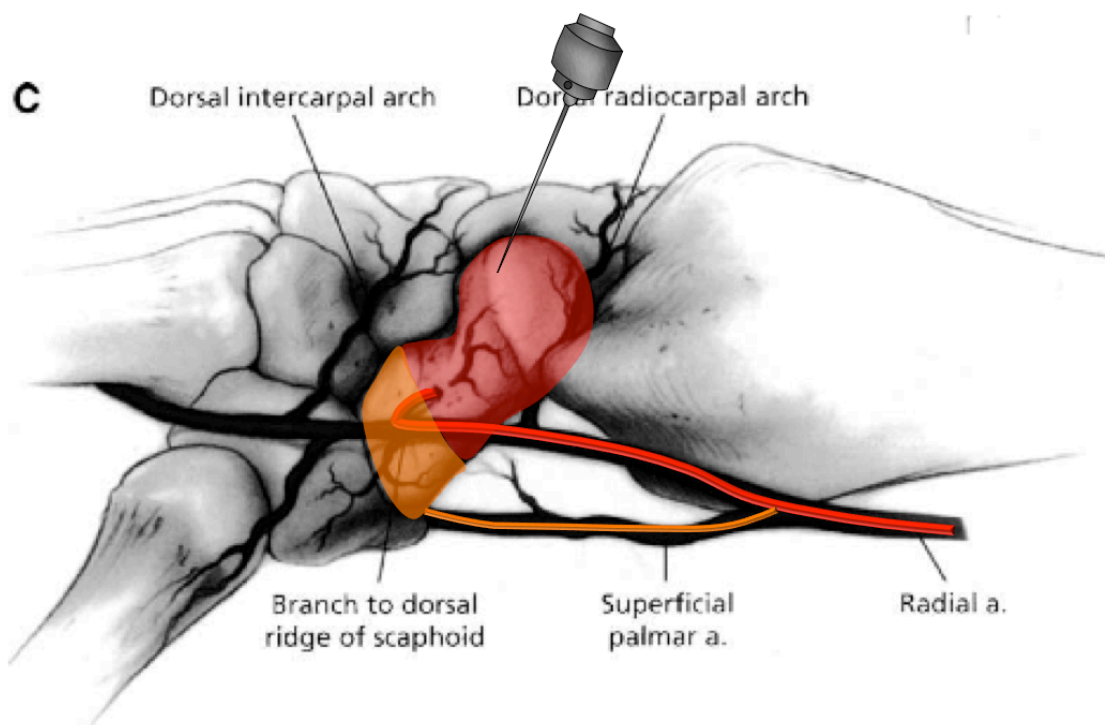


FIGURA 85. El punto de entrada se encuentra lejos de la entrada de los vasos dorsales.

De hecho, en cirugías abiertas como la triple tenodesis de García-Elías, en las que se realiza una capsulotomía amplia además de la perforación del túnel en el escafoides, es excepcional la necrosis avascular (García-Elías y cols 2006⁹⁰, Moran y cols 2006¹⁰¹, Talwalkar y cols 2006¹¹², Chabas y cols 2008¹¹³).

De los cientos de casos revisados sobre cirugías abiertas, sólo se han comunicado, muy recientemente, dos casos de necrosis ósea del escafoides tras la reconstrucción escafolunar, uno tras la realización de una triple tenodesis (De Smet y cols 2011¹⁴⁹) y otro tras la realización de una capsulodesis dorsal de Blatt (Berschback y cols 2010¹⁵⁰). Ambos autores afirman que la lesión es probable que ocurriese por la disección amplia que se realiza sobre el escafoides para realizar estas técnicas. Es decir, la necrosis ósea en cirugía abierta es muy improbable y los autores que la han comunicado la han achacado a la capsulotomía y a la disección de partes blandas y no a la tunelización del escafoides, por lo que la necrosis del escafoides en ligamentoplastia artroscópica debería ser excepcional.

SEMILUNAR

Más preocupante es la necrosis avascular del semilunar ya que la enfermedad de Kienbock no es una patología infrecuente y la tunelización del semilunar la podría producir.

Justificación anatómica

En los estudios anatómicos de Botte, Panagis y Gelberman (Botte y cols 2004¹³, Panagis y cols 1983¹⁷, Gelberman y cols 1980¹⁸), se observó que la vascularización del semilunar es de predominio volar (en el 80% de los casos existían vasos nutricios palmares y dorsales y en el 20%, solo palmares), con los vasos dorsales más pequeños que los palmares.

Lamas en un estudio más reciente de 2007 (Lamas y cols 2007¹⁹) también observa que la vascularización volar es más importante que la dorsal, ya que a pesar de encontrar arterias dorsales y palmares en todos los especímenes, el número de orificios nutricios es mayor en el polo palmar que en el dorsal (uno a tres dorsal frente a uno a cinco volar). En la zona volar, se vio que los vasos penetraban en el hueso a través de las

inserciones de distintos ligamentos como el ligamento de Testut-Kuentz (ligamento radioescafolunar), el ligamento radiocarpiano dorsal (o radio-luno-piramidal) y el ligamento lunopiramidal.

La única capsulotomía que se realiza y que tiene riesgo de lesionar la vascularización es la dorsal, que es la zona donde el aporte vascular al semilunar tiene menor importancia. Además el túnel es central y hemos visto como la vascularización entra en el semilunar a través de las inserciones ligamentosas periféricas, por lo que su daño al realizar el túnel debe ser infrecuente (fig. 86).

Es decir, la lesión vascular que produzca una enfermedad de Kienbock debe ser improbable, no sólo porque la vascularización que tiene más riesgo sea la dorsal, que es la menos importante, sino porque la posición del túnel hace improbable la lesión vascular.

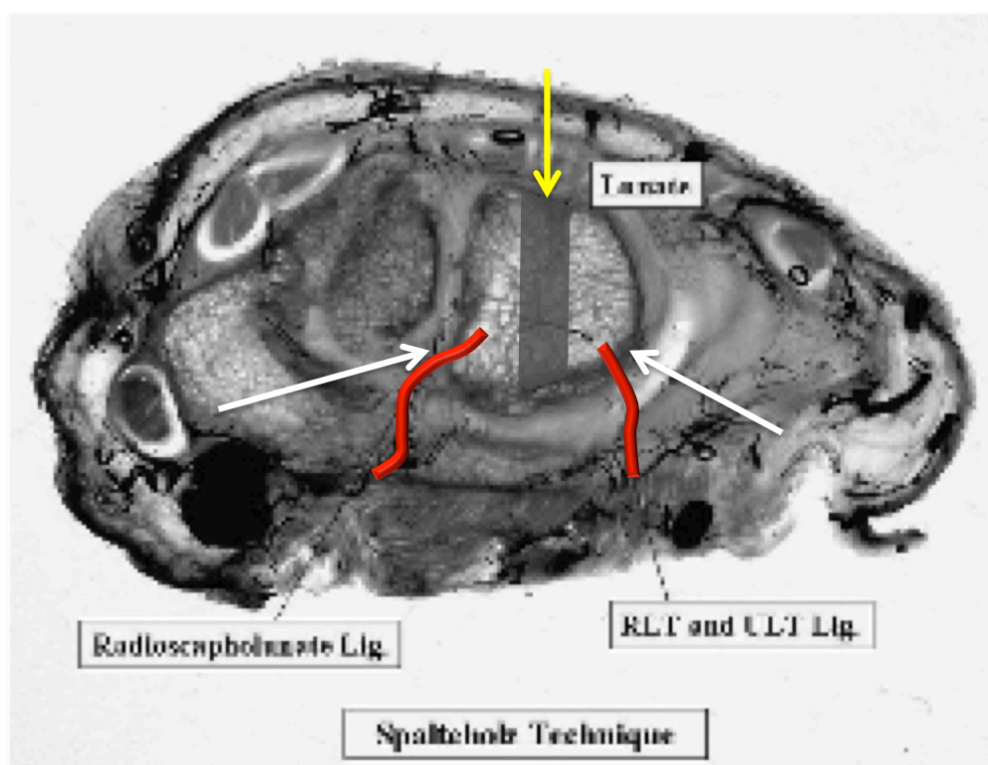


FIGURA 86. En rojo los vasos volares que entran desde la zona periférica de las inserciones ligamentosas. Flecha amarilla indica el túnel que se realiza centrado en el semilunar.

Como conclusión, el riesgo más preocupante que puede plantear esta técnica, de producir una necrosis avascular en el semilunar al perforarlo, como se realiza

mediante una técnica mínimamente invasiva, con muy poca probabilidad de lesionar la vascularización ósea, creemos que es bajo y asumible.

Factores de riesgo para el desarrollo de la enfermedad de Kienbock

A pesar de toda la experiencia clínica y de los múltiples estudios de imagen realizados, el origen y la historia natural de la enfermedad Kienbock siguen sin estar claros. La pérdida de la vascularización ósea se ha atribuido a problemas circulatorios, antecedentes traumáticos, lesiones ligamentosas con colapso carpiano y fracturas que produzcan una insuficiencia vascular secundaria.

Múltiples estudios han intentado analizar cuales son los factores de riesgo predisponentes para desarrollar una enfermedad de Kienbock.

Antuña en el año 1966 (Green 2005³⁴) describió la relación de la forma del semilunar y la longitud de la ulna con esta enfermedad. En su descripción, existen tres tipos de formas del semilunar (fig. 87), el tipo I aparece en pacientes con una varianza ulnar negativa y se caracteriza por tener un ápex proximal o cresta. Los tipos II y III son rectangulares o cuadrados y se asocian a una varianza ulnar neutra o positiva.

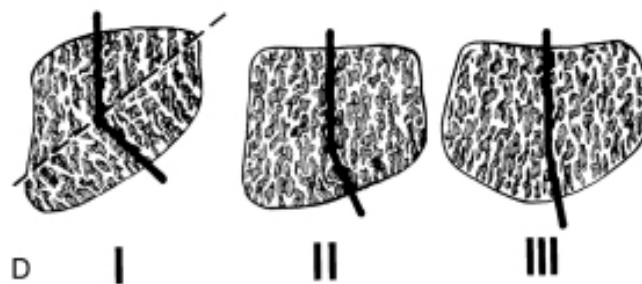


FIGURA 87. Tipos de semilunar según Antuña. Imagen tomada de (Green 2005³⁴)

Para Antuña, el patrón trabecular en el tipo I es el más débil, con el mayor riesgo de desarrollar fracturas por fatiga o estrés bajo carga. Es decir, las muñecas con una varianza ulnar negativa, proporcionan una cobertura pobre para el semilunar, con una distribución desigual de la carga, que se concentra en el borde más radial del semilunar.

Varios estudios han intentado analizar la relación entre la varianza ulnar y el desarrollo de la enfermedad de Kienbock. El primero de todos fue el realizado por Hulten en el año 1928. Vio que en pacientes sanos, el porcentaje de cúbitos minus fue del 23 %, comparado con el 78% que lo tenía en pacientes con Kienbock (Green 2005³⁴).

Desde entonces diversos estudios han encontrado (Gelberman y cols 1980¹⁸) o no encontrado (Nakamura y cols 1991¹⁵¹, D'Hoore y cols 1994¹⁵²) asociación significativa entre la varianza negativa y el Kienbock.

Chung en el año 2001 (Chung y cols 2001¹⁵³) realiza una revisión sistemática y su meta-análisis ve que sólo existen tres estudios de los dieciocho que tenían la suficiente calidad para ser incluidos en el meta-análisis (Nakamura y cols 1991¹⁵¹, D'Hoore y cols 1994¹⁵², Chen y Shih 1990¹⁵⁴). Tras realizar el estudio estadístico encuentra que la probabilidad de desarrollar la enfermedad de Kienbock es 3.10 veces mayor en personas con una varianza ulnar negativa frente a aquellos con varianza ulnar positiva o neutral, pero este resultado no fue estadísticamente significativo ($p < 0,05$), por lo que concluye que todavía no existen datos concluyentes ni suficientes para apoyar la varianza ulnar negativa como un factor de riesgo seguro.

Más recientemente Thienpont (Thienpont y cols 2004¹⁵⁵) ha realizado otro estudio en el que valora multitud de parámetros radiológicos en un grupo de 54 pacientes con enfermedad de Kienbock y en un segundo grupo de 126 personas sanas. De todos los parámetros estudiados, encuentra diferencias estadísticamente significativas en un menor tamaño del semilunar (en altura y diámetro), en un ángulo de inclinación del semilunar más radial y en una superficie articular del radio con menor inclinación radial. Concluye que un radio con menos inclinación, sobre un semilunar más inclinado radialmente y de menor tamaño predispone al desarrollo del Kienbock.

Por todo lo mencionado, no están demostrados cuales son los factores radiológicos claros de predisposición para el desarrollo de la necrosis avascular del semilunar. Pero, ante el grave riesgo, se debe tener precaución indicar o realizar la tunelización del semilunar a pacientes con un semilunar tipo I y con un cúbito corto.

6 CONCLUSIONES

6.1 DERIVADAS DEL MÉTODO

1. Se ha descrito una técnica artroscópica y reproducible para el tratamiento de la inestabilidad escafolunar del carpo mediante el empleo de una ligamentoplastia autóloga.

6.2 DERIVADAS DE LOS RESULTADOS

2. La técnica se ha realizado sin complicaciones en cinco especímenes cadavéricos, del departamento de Anatomía y Embriología humana I de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.
3. Tras la intervención se ha realizado una disección anatómica en todos los cadáveres. Concluyendo que:
 - a. Puede considerarse “mínimamente invasiva”, ya que el tamaño de las vías de abordaje es mínimo comparado con la cirugía abierta. Con una media de 17 mm en la vía dorsal cutánea sobre el semilunar, de 13 mm en la vía volar cutánea sobre el semilunar, de 13 mm en la apertura del retináculo extensor y de 6 mm en la capsulotomía.
 - b. Cumple todos los parámetros de seguridad necesarios para su realización ya que en ningún caso se han producido lesiones iatrógenas nerviosas o tendinosas. Las distancias a estructuras de riesgo han sido desde la capsulotomía al nervio interóseo posterior de 7 mm, de la salida del túnel, en el tubérculo del escafoides, a la arteria radial de 15 mm y a la arteria radial superficial de 10 mm, de la vía volar al nervio mediano de 15 mm y a la rama superficial del nervio mediano de 19 mm.
 - c. Cumple los objetivos de reconstrucción deseados, ya que en todos los especímenes la plastia sustituía la porción dorsal del ligamento escafolunar, con un grosor medio de 4 mm y una longitud media de 20 mm.

4. Se ha realizado la ligamentoplastia artroscópica "in vivo" sin complicaciones intraoperatorias mayores. Los pasos que consumen más tiempo quirúrgico han sido cuatro: la realización de los túneles, el paso de la plastia por el del escafoides , la localización de la salida del túnel del semilunar y la fijación con los tornillo de biotenodesis.
5. Se ha descrito y aplicado en los pacientes operados, un protocolo postoperatorio específico, justificado por los estudios de biomecánica del carpo que se basa en la movilización precoz. Consiste en permitir un movimiento de "lanzador de dardos" a partir de la segunda semana, un rango completo a partir de la cuarta semana y ejercicios de potenciación muscular y propiocepción a partir de la sexta semana. Este protocolo ha permitido a los pacientes intervenidos tener una movilidad prácticamente completa a las 12 semanas de la cirugía.

7 BIBLIOGRAFÍA

1. Berger RA. The ligaments of the wrist. A current overview of anatomy with considerations of their potential functions. *Hand Clin.* 1997;13(1):63-82.
2. Feipel V, Rooze M. The capsular ligaments of the wrist: morphology, morphometry and clinical applications. *Surg Radiol Anat.* 1999;21(3):175-80.
3. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. *J Hand Surg Am.* 1976;1(2):110-8.
4. Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NL, Patterson RM. The dorsal ligaments of the wrist: anatomy, mechanical properties, and function. *J Hand Surg Am.* 1999;24(3):456-68.
5. Shaaban H, Lees VC. The two parts of the dorsal radiocarpal (radiolunotriquetral) ligament. *J Hand Surg Br.* 2006 Apr;31(2):213-5.
6. Berger RA. The gross and histologic anatomy of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am.* 1996;21(2):170-8.
7. Sennwald GR, Zdravkovic V, Oberlin C. The anatomy of the palmar scaphotriquetral ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76(1):147-9.
8. Berger RA, Kauer JM, Landsmeer JM. Radioscapholunate ligament: a gross anatomic and histologic study of fetal and adult wrists. *J Hand Surg Am.* 1991;16(2):350-5.
9. Hagert E, Forsgren S, Ljung BO. Differences in the presence of mechanoreceptors and nerve structures between wrist ligaments may imply differential roles in wrist stabilization. *J Orthop Res.* 2005;23(4):757-63. Epub 2005 Mar 29.
10. Hagert E, Garcia-Elias M, Forsgren S, Ljung BO. Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition. *J Hand Surg Am.* 2007;32(1):30-6.
11. Mataliotakis G, Doukas M, Kostas I, Lykissas M, Batistatou A, Beris A. Sensory innervation of the subregions of the scapholunate interosseous ligament in relation to their structural composition. *J Hand Surg Am.* 2009;34(8):1413-21. Epub 2009 Aug 15.
12. Berger RA, Imeada T, Berglund L, An KN. Constraint and material properties of the subregions of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am.* 1999;24(5):953-62.
13. Botte MJ, Pacelli LL, Gelberman RH. Vascularity and osteonecrosis of the wrist. *Orthop Clin North Am.* 2004 Jul;35(3):405-21, xi.

14. Gelberman RH, Gross MS. The vascularity of the wrist. Identification of arterial patterns at risk. Clin Orthop Relat Res. 1986 Jan(202):40-9.
15. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. J Hand Surg Am. 1980 Sep;5(5):508-13.
16. Gelberman RH, Panagis JS, Taleisnik J, Baumgaertner M. The arterial anatomy of the human carpus. Part I: The extraosseous vascularity. J Hand Surg Am. 1983 Jul;8(4):367-75.
17. Panagis JS, Gelberman RH, Taleisnik J, Baumgaertner M. The arterial anatomy of the human carpus. Part II: The intraosseous vascularity. J Hand Surg Am. 1983 Jul;8(4):375-82.
18. Gelberman RH, Bauman TD, Menon J, Akeson WH. The vascularity of the lunate bone and Kienbock's disease. J Hand Surg Am. 1980 May;5(3):272-8.
19. Lamas C, Carrera A, Proubasta I, Llusà M, Majo J, Mir X. The anatomy and vascularity of the lunate: considerations applied to Kienbock's disease. Chir Main. 2007 Feb;26(1):13-20.
20. Wilhelm A. [DENERVATION OF THE WRIST.]. Hefte Unfallheilkd. 1965;81:109-14.
21. Ferreres A, Suso S, Foucher G, Ordi J, Llusà M, Ruano D. Wrist denervation. Surgical considerations. J Hand Surg Br. 1995 Dec;20(6):769-72.
22. Dellon AL. Partial dorsal wrist denervation: resection of the distal posterior interosseous nerve. J Hand Surg Am. 1985;10(4):527-33.
23. Dellon AL, Mackinnon SE, Daneshvar A. Terminal branch of anterior interosseous nerve as source of wrist pain. J Hand Surg Br. 1984;9(3):316-22.
24. Ferreres A, Suso S, Ordi J, Llusà M, Ruano D. Wrist denervation. Anatomical considerations. J Hand Surg Br. 1995;20(6):761-8.
25. Van de Pol GJ, Koudstaal MJ, Schuurman AH, Bleys RL. Innervation of the wrist joint and surgical perspectives of denervation. J Hand Surg Am. 2006;31(1):28-34.
26. Gardner MJ, Crisco JJ, Wolfe SW. Carpal kinematics. Hand Clin. 2006 Nov;22(4):413-20; abstract v.
27. The classic. Injuries of the wrist. A radiological study. By Etienne Destot. 1926. Clin Orthop Relat Res. 1986(202):3-11.

28. Lichtman DM, Schneider JR, Swafford AR, Mack GR. Ulnar midcarpal instability-clinical and laboratory analysis. *J Hand Surg Am.* 1981;6(5):515-23.
29. Wolfe SW, Neu C, Crisco JJ. In vivo scaphoid, lunate, and capitate kinematics in flexion and in extension. *J Hand Surg Am.* 2000;25(5):860-9.
30. Crisco JJ, Coburn JC, Moore DC, Akelman E, Weiss AP, Wolfe SW. In vivo radiocarpal kinematics and the dart thrower's motion. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Dec;87(12):2729-40.
31. Kobayashi M, Berger RA, Nagy L, Linscheid RL, Uchiyama S, Ritt M, et al. Normal kinematics of carpal bones: a three-dimensional analysis of carpal bone motion relative to the radius. *J Biomech.* 1997;30(8):787-93.
32. Savelberg HH, Kooloos JG, De Lange A, Huiskes R, Kauer JM. Human carpal ligament recruitment and three-dimensional carpal motion. *J Orthop Res.* 1991;9(5):693-704.
33. Werner FW, Short WH, Fortino MD, Palmer AK. The relative contribution of selected carpal bones to global wrist motion during simulated planar and out-of-plane wrist motion. *J Hand Surg Am.* 1997;22(4):708-13.
34. Green DP. *Green's operative hand surgery.* 5th ed. Philadelphia, Pa.: Elsevier/Churchill Livingstone; 2005.
35. Green DP, Wolfe SW. *Green's operative hand surgery.* 6th ed ed. Philadelphia: Elsevier; 2010.
36. Moojen TM, Snel JG, Ritt MJ, Venema HW, Kauer JM, Bos KE. In vivo analysis of carpal kinematics and comparative review of the literature. *J Hand Surg Am.* 2003 Jan;28(1):81-7.
37. Moritomo H, Apergis EP, Herzberg G, Werner FW, Wolfe SW, Garcia-Elias M. 2007 IFSSH committee report of wrist biomechanics committee: biomechanics of the so-called dart-throwing motion of the wrist. *J Hand Surg Am.* 2007 Nov;32(9):1447-53.
38. Moritomo H, Goto A, Sato Y, Sugamoto K, Murase T, Yoshikawa H. The triquetrum-hamate joint: an anatomic and in vivo three-dimensional kinematic study. *J Hand Surg Am.* 2003 Sep;28(5):797-805.
39. Moritomo H, Murase T, Goto A, Oka K, Sugamoto K, Yoshikawa H. In vivo three-dimensional kinematics of the midcarpal joint of the wrist. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Mar;88(3):611-21.

40. Moritomo H, Viegas SF, Elder K, Nakamura K, Dasilva MF, Patterson RM. The scaphotrapezio-trapezoidal joint. Part 2: A kinematic study. *J Hand Surg Am.* 2000 Sep;25(5):911-20.
41. Moritomo H, Viegas SF, Nakamura K, Dasilva MF, Patterson RM. The scaphotrapezio-trapezoidal joint. Part 1: An anatomic and radiographic study. *J Hand Surg Am.* 2000 Sep;25(5):899-910.
42. Rohde RS, Crisco JJ, Wolfe SW. The advantage of throwing the first stone: how understanding the evolutionary demands of *Homo sapiens* is helping us understand carpal motion. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010 Jan;18(1):51-8.
43. Werner FW, Green JK, Short WH, Masaoka S. Scaphoid and lunate motion during a wrist dart throw motion. *J Hand Surg Am.* 2004 May;29(3):418-22.
44. Upal MA, Crisco JJ, Moore DC, Sonenblum SE, Wolfe SW. In vivo elongation of the palmar and dorsal scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am.* 2006 Oct;31(8):1326-32.
45. Rikli DA, Honigsmann P, Babst R, Cristalli A, Morlock MM, Mittlmeier T. Intra-articular pressure measurement in the radioulnocarpal joint using a novel sensor: in vitro and in vivo results. *J Hand Surg Am.* 2007 Jan;32(1):67-75.
46. Garcia-Elias M. Kinetic analysis of carpal stability during grip. *Hand Clin.* 1997 Feb;13(1):151-8.
47. Viegas SF, Patterson RM. Load mechanics of the wrist. *Hand Clin.* 1997 Feb;13(1):109-28.
48. Viegas SF, Patterson RM, Todd PD, McCarty P. Load mechanics of the midcarpal joint. *J Hand Surg Am.* 1993 Jan;18(1):14-8.
49. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics. *J Bone Joint Surg Am.* 1972;54(8):1612-32.
50. Destot E. The classic: injuries of the wrist: a radiological study. New York, NY: Paul B. Hoeber; 1926. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 Apr;445:8-14.
51. Manuel J, Moran SL. The diagnosis and treatment of scapholunate instability. *Orthop Clin North Am.* 2007 Apr;38(2):261-77, vii.
52. Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate. *J Hand Surg Am.* 2002 Nov;27(6):991-1002.

53. Linscheid RL, Dobyns JH, Beckenbaugh RD, Cooney WP, 3rd, Wood MB. Instability patterns of the wrist. *J Hand Surg Am.* 1983 Sep;8(5 Pt 2):682-6.
54. Berger RA, Blair WF, Crowninshield RD, Flatt AE. The scapholunate ligament. *J Hand Surg Am.* 1982 Jan;7(1):87-91.
55. Meade TD, Schneider LH, Cherry K. Radiographic analysis of selective ligament sectioning at the carpal scaphoid: a cadaver study. *J Hand Surg Am.* 1990 Nov;15(6):855-62.
56. Ruby LK, An KN, Linscheid RL, Cooney WP, 3rd, Chao EY. The effect of scapholunate ligament section on scapholunate motion. *J Hand Surg Am.* 1987 Sep;12(5 Pt 1):767-71.
57. Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: Part II. *J Hand Surg Am.* 2005 Jan;30(1):24-34.
58. Short WH, Werner FW, Green JK, Sutton LG, Brutus JP. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: part III. *J Hand Surg Am.* 2007 Mar;32(3):297-309.
59. Short WH, Werner FW, Green JK, Weiner MM, Masaoka S. The effect of sectioning the dorsal radiocarpal ligament and insertion of a pressure sensor into the radiocarpal joint on scaphoid and lunate kinematics. *J Hand Surg Am.* 2002 Jan;27(1):68-76.
60. Mitsuyasu H, Patterson RM, Shah MA, Buford WL, Iwamoto Y, Viegas SF. The role of the dorsal intercarpal ligament in dynamic and static scapholunate instability. *J Hand Surg Am.* 2004 Mar;29(2):279-88.
61. Elsaidi GA, Ruch DS, Kuzma GR, Smith BP. Dorsal wrist ligament insertions stabilize the scapholunate interval: cadaver study. *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Aug(425):152-7.
62. Watson H, Ottoni L, Pitts EC, Handal AG. Rotary subluxation of the scaphoid: a spectrum of instability. *J Hand Surg Br.* 1993 Feb;18(1):62-4.
63. Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg Am.* 1984 May;9(3):358-65.
64. Watson HK, Weinzwieg J, Zeppieri J. The natural progression of scaphoid instability. *Hand Clin.* 1997 Feb;13(1):39-49.

65. Mayfield JK. Patterns of injury to carpal ligaments. A spectrum. Clin Orthop Relat Res. 1984 Jul-Aug(187):36-42.
66. Harrington RH, Lichtman DM, Brockmole DM. Common pathways of degenerative arthritis of the wrist. Hand Clin. 1987 Nov;3(4):507-27.
67. O'Meehan CJ, Stuart W, Mamo V, Stanley JK, Trail IA. The natural history of an untreated isolated scapholunate interosseus ligament injury. J Hand Surg Br. 2003 Aug;28(4):307-10.
68. Pilny J, Svarc A, Hoza P, Vodicka Z, Krbec M. [Arthritis development following untreated scapholunate instability of the wrist]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2010 Apr;77(2):131-3.
69. Mayfield JK. Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop Relat Res. 1980 Jun(149):45-54.
70. Mayfield JK. Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability. Orthop Clin North Am. 1984 Apr;15(2):209-16.
71. Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RK. Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunar instability. J Hand Surg Am. 1980 May;5(3):226-41.
72. Manuel J, Moran SL. The diagnosis and treatment of scapholunate instability. Hand Clin. 2010 Feb;26(1):129-44.
73. Watson HK, Ashmead Dt, Makhlof MV. Examination of the scaphoid. J Hand Surg Am. 1988 Sep;13(5):657-60.
74. Easterling KJ, Wolfe SW. Scaphoid shift in the uninjured wrist. J Hand Surg Am. 1994 Jul;19(4):604-6.
75. Wolfe SW, Crisco JJ. Mechanical evaluation of the scaphoid shift test. J Hand Surg Am. 1994 Sep;19(5):762-8.
76. Lane LB. The scaphoid shift test. J Hand Surg Am. 1993 Mar;18(2):366-8.
77. Frankel VH. The Terry-Thomas sign. Clin Orthop Relat Res. 1977 Nov-Dec(129):321-2.
78. Thompson TC, Campbell RD, Jr., Arnold WD. Primary and Secondary Dislocation of the Scaphoid Bone. J Bone Joint Surg Br. 1964 Feb;46:73-82.

79. Schimmerl-Metz SM, Metz VM, Totterman SM, Mann FA, Gilula LA. Radiologic measurement of the scapholunate joint: implications of biologic variation in scapholunate joint morphology. *J Hand Surg Am.* 1999 Nov;24(6):1237-44.
80. Kindynis P, Resnick D, Kang HS, Haller J, Sartoris DJ. Demonstration of the scapholunate space with radiography. *Radiology.* 1990 Apr;175(1):278-80.
81. Cautilli GP, Wehbe MA. Scapho-lunate distance and cortical ring sign. *J Hand Surg Am.* 1991 May;16(3):501-3.
82. Ozcelik A, Gunal I, Kose N. Stress views in the radiography of scapholunate instability. *Eur J Radiol.* 2005 Dec;56(3):358-61.
83. Schernberg F. Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 1: The standard and positional views. *J Hand Surg Br.* 1990 May;15(2):210-9.
84. Schernberg F. Roentgenographic examination of the wrist: a systematic study of the normal, lax and injured wrist. Part 2: Stress views. *J Hand Surg Br.* 1990 May;15(2):220-8.
85. Daunt N. Magnetic resonance imaging of the wrist: anatomy and pathology of interosseous ligaments and the triangular fibrocartilage complex. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2002 Jul-Aug;31(4):158-76.
86. Abe Y, Katsube K, Tsue K, Doi K, Hattori Y. Arthroscopic diagnosis of partial scapholunate ligament tears as a cause of radial sided wrist pain in patients with inconclusive x-ray and MRI findings. *J Hand Surg Br.* 2006 Aug;31(4):419-25.
87. Schadel-Hopfner M, Iwinska-Zelder J, Braus T, Bohringer G, Klose KJ, Gotzen L. MRI versus arthroscopy in the diagnosis of scapholunate ligament injury. *J Hand Surg Br.* 2001 Feb;26(1):17-21.
88. Morley J, Bidwell J, Bransby-Zachary M. A comparison of the findings of wrist arthroscopy and magnetic resonance imaging in the investigation of wrist pain. *J Hand Surg Br.* 2001 Dec;26(6):544-6.
89. Hobby JL, Tom BD, Bearcroft PW, Dixon AK. Magnetic resonance imaging of the wrist: diagnostic performance statistics. *Clin Radiol.* 2001 Jan;56(1):50-7.
90. Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK. Three-ligament tenodesis for the treatment of scapholunate dissociation: indications and surgical technique. *J Hand Surg Am.* 2006 Jan;31(1):125-34.

91. Kuo CE, Wolfe SW. Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. *J Hand Surg Am.* 2008 Jul-Aug;33(6):998-1013.
92. Dreant N, Dautel G. [Development of a arthroscopic severity score for scapholunate instability]. *Chir Main.* 2003 Apr;22(2):90-4.
93. Dreant N, Mathoulin C, Lucchetti R, Pegoli L. Comparison of two arthroscopic classifications for scapholunate instability. *Chir Main.* 2009 Apr;28(2):74-7.
94. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL. Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Mar;78(3):357-65.
95. Nathan R, Blatt G. Rotary subluxation of the scaphoid. Revisited. *Hand Clin.* 2000 Aug;16(3):417-31.
96. Linscheid RL, Dobyns JH. Treatment of scapholunate dissociation. Rotatory subluxation of the scaphoid. *Hand Clin.* 1992 Nov;8(4):645-52.
97. Szabo RM, Slater RR, Jr., Palumbo CF, Gerlach T. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic, static scapholunate dissociation: clinical results. *J Hand Surg Am.* 2002 Nov;27(6):978-84.
98. Slater RR, Jr., Szabo RM, Bay BK, Laubach J. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis for scapholunate dissociation: biomechanical analysis in a cadaver model. *J Hand Surg Am.* 1999 Mar;24(2):232-9.
99. Gajendran VK, Peterson B, Slater RR, Jr., Szabo RM. Long-term outcomes of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic scapholunate dissociation. *J Hand Surg Am.* 2007 Nov;32(9):1323-33.
100. Short WH, Werner FW, Sutton LG. Dynamic biomechanical evaluation of the dorsal intercarpal ligament repair for scapholunate instability. *J Hand Surg Am.* 2009 Apr;34(4):652-9.
101. Moran SL, Ford KS, Wulf CA, Cooney WP. Outcomes of dorsal capsulodesis and tenodesis for treatment of scapholunate instability. *J Hand Surg Am.* 2006 Nov;31(9):1438-46.
102. Svoboda SJ, Eglseider WA, Jr., Belkoff SM. Autografts from the foot for reconstruction of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am.* 1995 Nov;20(6):980-5.

103. Davis CA, Culp RW, Hume EL, Osterman AL. Reconstruction of the scapholunate ligament in a cadaver model using a bone-ligament-bone autograft from the foot. *J Hand Surg Am.* 1998 Sep;23(5):884-92.
104. Weiss AP. Scapholunate ligament reconstruction using a bone-retinaculum-bone autograft. *J Hand Surg Am.* 1998 Mar;23(2):205-15.
105. Shin SS, Moore DC, McGovern RD, Weiss AP. Scapholunate ligament reconstruction using a bone-retinaculum-bone autograft: a biomechanic and histologic study. *J Hand Surg Am.* 1998 Mar;23(2):216-21.
106. Harvey EJ, Hanel D, Knight JB, Tencer AF. Autograft replacements for the scapholunate ligament: a biomechanical comparison of hand-based autografts. *J Hand Surg Am.* 1999 Sep;24(5):963-7.
107. Harvey EJ, Berger RA, Osterman AL, Fernandez DL, Weiss AP. Bone-tissue-bone repairs for scapholunate dissociation. *J Hand Surg Am.* 2007 Feb;32(2):256-64.
108. Harvey EJ, Sen M, Martineau P. A vascularized technique for bone-tissue-bone repair in scapholunate dissociation. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2006 Sep;10(3):166-72.
109. Almquist EE, Bach AW, Sack JT, Fuhs SE, Newman DM. Four-bone ligament reconstruction for treatment of chronic complete scapholunate separation. *J Hand Surg Am.* 1991 Mar;16(2):322-7.
110. Brunelli GA, Brunelli GR. [A new surgical technique for carpal instability with scapho-lunar dislocation. (Eleven cases)]. *Ann Chir Main Memb Super.* 1995;14(4-5):207-13.
111. Van Den Abbeele KL, Loh YC, Stanley JK, Trail IA. Early results of a modified Brunelli procedure for scapholunate instability. *J Hand Surg Br.* 1998 Apr;23(2):258-61.
112. Talwalkar SC, Edwards AT, Hayton MJ, Stilwell JH, Trail IA, Stanley JK. Results of tri-ligament tenodesis: a modified Brunelli procedure in the management of scapholunate instability. *J Hand Surg Br.* 2006 Feb;31(1):110-7.
113. Chabas JF, Gay A, Valenti D, Guinard D, Legre R. Results of the modified Brunelli tenodesis for treatment of scapholunate instability: a retrospective study of 19 patients. *J Hand Surg Am.* 2008 Nov;33(9):1469-77.
114. Links AC, Chin SH, Waitayawinyu T, Trumble TE. Scapholunate interosseous ligament reconstruction: results with a modified Brunelli technique versus four-bone weave. *J Hand Surg Am.* 2008 Jul-Aug;33(6):850-6.

115. Tay SC, Shin AY. Surgical approaches to the carpus. *Hand Clin.* 2006 Nov;22(4):421-34; abstract v.
116. Berger RA. A method of defining palpable landmarks for the ligament-splitting dorsal wrist capsulotomy. *J Hand Surg Am.* 2007 Oct;32(8):1291-5.
117. Berger RA, Bishop AT. A fiber-splitting capsulotomy technique for dorsal exposure of the wrist. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 1997 Mar;1(1):2-10.
118. Berger RA, Bishop AT, Bettinger PC. New dorsal capsulotomy for the surgical exposure of the wrist. *Ann Plast Surg.* 1995 Jul;35(1):54-9.
119. Slutsky DJ, Nagle DJ. *Techniques in wrist and hand arthroscopy.* Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2007.
120. Burke RE. Sir Charles Sherrington's the integrative action of the nervous system: a centenary appreciation. *Brain.* 2007 Apr;130(Pt 4):887-94.
121. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train.* 2002 Jan;37(1):71-9.
122. Riemann BL, Lephart SM. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *J Athl Train.* 2002 Jan;37(1):80-4.
123. Diederichsen LP, Norregaard J, Krogsgaard M, Fischer-Rasmussen T, Dyhre-Poulsen P. Reflexes in the shoulder muscles elicited from the human coracoacromial ligament. *J Orthop Res.* 2004 Sep;22(5):976-83.
124. Konradsen L. Sensori-motor control of the uninjured and injured human ankle. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002 Jun;12(3):199-203.
125. Solomonow M, Krogsgaard M. Sensorimotor control of knee stability. A review. *Scand J Med Sci Sports.* 2001 Apr;11(2):64-80.
126. Hagert E, Persson JK. Desensitizing the posterior interosseous nerve alters wrist proprioceptive reflexes. *J Hand Surg Am.* 2010 Jul;35(7):1059-66.
127. Hagert E, Persson JK, Werner M, Ljung BO. Evidence of wrist proprioceptive reflexes elicited after stimulation of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am.* 2009 Apr;34(4):642-51.

128. Fukumoto K, Kojima T, Kinoshita Y, Koda M. An anatomic study of the innervation of the wrist joint and Wilhelm's technique for denervation. *J Hand Surg Am.* 1993;18(3):484-9.
129. Hagert E, Ferreres A, Garcia-Elias M. Nerve-sparing dorsal and volar approaches to the radiocarpal joint. *J Hand Surg Am.* 2010 Jul;35(7):1070-4.
130. Bain GI, Munt J, Turner PC. New advances in wrist arthroscopy. *Arthroscopy.* 2008 Mar;24(3):355-67.
131. Chloros GD, Wiesler ER, Poehling GG. Current concepts in wrist arthroscopy. *Arthroscopy.* 2008 Mar;24(3):343-54.
132. Slutsky DJ, Nagle DJ. Wrist arthroscopy: current concepts. *J Hand Surg Am.* 2008 Sep;33(7):1228-44.
133. Geissler WB. Arthroscopic management of scapholunate instability. *Chir Main.* 2006 Nov;25 Suppl 1:S187-96.
134. Earp BE, Waters PM, Wyzykowski RJ. Arthroscopic treatment of partial scapholunate ligament tears in children with chronic wrist pain. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Nov;88(11):2448-55.
135. Ruch DS, Poehling GG. Arthroscopic management of partial scapholunate and lunotriquetral injuries of the wrist. *J Hand Surg Am.* 1996 May;21(3):412-7.
136. Weiss AP, Sachar K, Glowacki KA. Arthroscopic debridement alone for intercarpal ligament tears. *J Hand Surg Am.* 1997 Mar;22(2):344-9.
137. Westkaemper JG, Mitsionis G, Giannakopoulos PN, Sotereanos DG. Wrist arthroscopy for the treatment of ligament and triangular fibrocartilage complex injuries. *Arthroscopy.* 1998 Jul-Aug;14(5):479-83.
138. Medvecky MJ, Ong BC, Rokito AS, Sherman OH. Thermal capsular shrinkage: Basic science and clinical applications. *Arthroscopy.* 2001 Jul;17(6):624-35.
139. Darlis NA, Weiser RW, Sotereanos DG. Partial scapholunate ligament injuries treated with arthroscopic debridement and thermal shrinkage. *J Hand Surg Am.* 2005 Sep;30(5):908-14.
140. Hirsh L, Sodha S, Bozentka D, Monaghan B, Steinberg D, Beredjikian PK. Arthroscopic electrothermal collagen shrinkage for symptomatic laxity of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Br.* 2005 Dec;30(6):643-7.

141. Shih JT, Lee HM. Monopolar radiofrequency electrothermal shrinkage of the scapholunate ligament. *Arthroscopy*. 2006 May;22(5):553-7.
142. Whipple TL. The role of arthroscopy in the treatment of scapholunate instability. *Hand Clin*. 1995 Feb;11(1):37-40.
143. Darlis NA, Kaufmann RA, Giannoulis F, Sotereanos DG. Arthroscopic debridement and closed pinning for chronic dynamic scapholunate instability. *J Hand Surg Am*. 2006 Mar;31(3):418-24.
144. Mathoulin C, Messina J. [Treatment of acute scapholunate ligament tears with simple wiring and arthroscopic assistance]. *Chir Main*. 2010 Apr;29(2):72-7.
145. Rosenwasser MP, Miyasajsa KC, Strauch RJ. The RASL procedure: reduction and association of the scaphoid and lunate using the Herbert screw. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 1997 Dec;1(4):263-72.
146. Aviles AJ, Lee SK, Hausman MR. Arthroscopic reduction-association of the scapholunate. *Arthroscopy*. 2007 Jan;23(1):105 e1-5.
147. Slutsky DJ. The use of a volar ulnar portal in wrist arthroscopy. *Arthroscopy*. 2004 Feb;20(2):158-63.
148. Balan SA, Garcia-Elias M. Utility of the Powerball in the invigoration of the musculature of the forearm. *Hand Surg*. 2008;13(2):79-83.
149. De Smet L, Sciote R, Degreef I. Avascular Necrosis of the Scaphoid After Three-Ligament Tenodesis for Scapholunate Dissociation: Case Report. *J Hand Surg Am*. 2011 Feb 22.
150. Berschback JC, Kalainov DM, Bednar MS. Osteonecrosis of the scaphoid after scapholunate interosseous ligament repair and dorsal capsulodesis: case report. *J Hand Surg Am*. 2010 May;35(5):732-5.
151. Nakamura R, Tanaka Y, Imaeda T, Miura T. The influence of age and sex on ulnar variance. *J Hand Surg Br*. 1991 Feb;16(1):84-8.
152. D'Hoore K, De Smet L, Verellen K, Vral J, Fabry G. Negative ulnar variance is not a risk factor for Kienbock's disease. *J Hand Surg Am*. 1994 Mar;19(2):229-31.
153. Chung KC, Spilson MS, Kim MH. Is negative ulnar variance a risk factor for Kienbock's disease? A meta-analysis. *Ann Plast Surg*. 2001 Nov;47(5):494-9.

154. Chen WS, Shih CH. Ulnar variance and Kienbock's disease. An investigation in Taiwan. Clin Orthop Relat Res. 1990 Jun(255):124-7.
155. Thienpont E, Mulier T, Rega F, De Smet L. Radiographic analysis of anatomical risk factors for Kienbock's disease. Acta Orthop Belg. 2004 Oct;70(5):406-9.